

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

section link members (5) on the base end side has a bent section (30) and a pair of rotation connection bodies (31a, 31b) provided at one end of the bent section (30). A speed reducing mechanism (51) is disposed between the pair of rotation connection bodies (31a, 31b), an output shaft (51a) is affixed to one rotation connection body (31b), and an input shaft (51b) is rotatably supported by the other rotation connection body (31a).

(57) 要約 : リンク作動装置は、基端側のリンクハブ (2) に対し先端側のリンクハブ (3) が、少なくとも3組のリンク機構 (4) を介して姿勢を変更可能に連結されている。各リンク機構 (4) は、基端側の端部リンク部材 (5)、先端側の端部リンク部材 (6)、および中央リンク部材 (7) を有する。2組以上のリンク機構に、姿勢制御用アクチュエータ (50) と減速機構 (51) とが設けられる。基端側の端部リンク部材 (5) は、湾曲部 (30) と、湾曲部 (30) の一端に設けられた一対の回転連結体 (31a, 31b) とを有する。減速機構 (51) は一対の回転連結体 (31a, 31b) の間に配置され、出力軸 (51a) が一方の回転連結体 (31b) に固定され、かつ入力軸 (51b) が他方の回転連結体 (31a) に回転自在に支持される。

明 細 書

発明の名称：リンク作動装置

関連出願

[0001] 本出願は、2016年6月8日出願の特願2016-114103および2017年5月15日出願の特願2017-096170の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

[0002] この発明は、医療機器や産業機器等の高速、高精度で、広範な作動範囲を必要とする機器に用いられるリンク作動装置に関する。

背景技術

[0003] 医療機器や産業機器等の各種作業装置に用いられる平行リンク機構が、特許文献1、2に提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-94245号公報
特許文献2：米国特許第5,893,296号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の平行リンク機構は、構成が比較的簡単であるが、各リンクの作動角が小さいため、トラベリングプレートの作動範囲を大きく設定すると、リンク長が長くなることにより、機構全体の寸法が大きくなって装置の大型化を招くという問題がある。また、機構全体の剛性が低く、トラベリングプレートに搭載されるツールの重量、つまりトラベリングプレートにおける可搬重量が小さいものに制限されるという問題もある。

[0006] 特許文献2の平行リンク機構は、基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブを、4節連鎖の3組以上のリンク機構を介して姿勢を変更可能に連結した構成としたことにより、コンパクトでありながら、高速、高精度で

、広範な作動範囲の動作が可能である。

[0007] しかし、特許文献2の平行リンク機構は、姿勢制御用のモータ、減速機構等を設けてリンク作動装置とする場合、平行リンク機構の径方向外側にモータと減速機構が配置されるため、径方向に大きくなるという問題がある。また、減速機構やモータがリンク機構と干渉して作動範囲が制限されるという問題もある。

[0008] そこで、平行リンク機構の径方向寸法を小さくするために、基端側の端部リンク部材を湾曲部と回転連結部とで構成し、湾曲部の径方向内側縁および径方向外側縁を回転連結部の長さ方向に延長して得られる仮想の2つの平面に挟まれた空間内に、姿勢制御用アクチュエータによる回転運動を基端側の端部リンク部材に伝達する歯車機構の少なくとも一部を配置することが提案されている（特願2015-250939）。しかし、この提案の構成は、減速機構の入力軸と出力軸が交差している場合には適用可能であるが、入力軸と出力軸が同一軸上にある場合には適用できないという問題がある。

[0009] この発明の目的は、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作を行うことができ、入力軸と出力軸とが同一軸上にある減速機構を、径方向寸法を大きくすることなく設置可能なリンク作動装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] この発明のリンク作動装置は、
基端側のリンクハブと、
先端側のリンクハブと、
前記基端側のリンクハブに対して前記先端側のリンクハブを姿勢変更可能に連結する少なくとも3組のリンク機構であって、
各リンク機構が、
前記基端側のリンクハブに一端が回転可能に連結された基端側端部リンク部材と、
前記先端側のリンクハブに一端が回転可能に連結された先端側端部リンク部材と、

前記基端側端部リンク部材の他端および前記先端側端部リンク部材の他端に両端がそれぞれ回転可能に連結された中央リンク部材と、

を有する少なくとも3組のリンク機構と、

前記少なくとも3組のリンク機構のうちの2組以上のリンク機構に設けられ、前記基端側のリンクハブに対する前記先端側のリンクハブの姿勢を任意に変更させる姿勢制御用アクチュエータと、

対応する前記姿勢制御用アクチュエータの回転動力を減速して前記基端側の端部リンク部材に伝達する減速機構と、
を備えている。

このリンク作動装置において、前記基端側の端部リンク部材は、任意の角度に湾曲した湾曲部と、この湾曲部の一端に設けられ互いに間隔を開けて並ぶ一对の回転連結体からなる回転連結部とを有し、前記減速機構は、入力軸と出力軸とが同一軸上にあり、前記一对の回転連結体の間に、前記入力軸および前記出力軸の各軸心を前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と一致させて配置され、前記減速機構の前記出力軸が、前記一对の回転連結体のうちの一方の回転連結体に固定され、かつ、前記減速機構の前記入力軸が、前記一对の回転連結体のうちの他方の回転連結体に回転自在に支持されていることを特徴とする。

[0011] この構成によると、各姿勢制御用アクチュエータを回転駆動すると、その回転動力が減速機構を介して減速して基端側の端部リンク部材に伝達される。それにより、基端側の端部リンク部材の角度が変わり、基端側のリンクハブに対する先端側のリンクハブの姿勢が変更される。基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブを、4節連鎖の3組以上のリンク機構を介して姿勢を変更可能に連結したため、コンパクトでありながら、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作が可能である。

[0012] 基端側の端部リンク部材が湾曲部で湾曲しているため、リンク作動装置全体の径方向の寸法を小さくすることができ、コンパクトな構成を実現できる。また、減速機構の出力軸を一方の回転連結体に固定し、かつ減速機構の入

力軸を他方の回転連結体に回転自在に支持させることにより、一对の回転連結体の間に減速機構を配置することが可能である。これにより、平行リンク機構の径方向外側に減速機構を張り出さずに設置することができ、より一層コンパクトな構成を実現できる。つまり、入力軸と出力軸とが同一軸上にある減速機構を、径方向寸法を大きくすることなく設置することが可能である。加えて、一对の回転連結体の間に減速機構を配置すれば、減速機構が一对の回転連結体を連結する構造となり、剛性を向上させるうえで有利である。

[0013] この発明の一実施形態において、前記姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸と前記減速機構の前記入力軸とが互いに直交するように、前記姿勢制御用アクチュエータが設けられていてもよい。この場合、姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸と減速機構の入力軸とを、例えば傘歯車等を用いて動力伝達可能に連結する。これにより、基端側のリンクハブと基端側の端部リンク部材の回転対偶の周りに他の部品が配置されない構造となり、平行リンク機構が広い動作範囲をとることができる。

[0014] 前記姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸と前記減速機構の前記入力軸とが互いに直交している場合、前記姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸と前記基端側のリンクハブの中心軸とが平行であってもよい。なお、基端側のリンクハブの中心軸は、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸、および前記基端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸がそれぞれ交差する点が基端側の球面リンク中心と称される場合に、この基端側の球面リンク中心を通り前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線のことである。この構成であると、姿勢制御用アクチュエータを平行リンク機構の中心に近づけて設置することができ、コンパクトな構成を実現できる。

[0015] この発明の一実施形態において、前記姿勢制御用アクチュエータの前記回転出力軸と前記減速機構の前記入力軸とが互いに平行となるように、前記姿

姿勢制御用アクチュエータが設けられていてもよい。この構成であると、姿勢制御用アクチュエータを平行リンク機構の中心に近づけて設置することができ、コンパクトな構成を実現できる。

[0016] また、上記の構成である場合、前記姿勢制御用アクチュエータの前記回転出力軸に取り付けられたプーリと、前記減速機構の前記入力軸に取り付けられたプーリとに、動力伝達用のベルトを掛けることにより、姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸から減速機構の入力軸へ動力を伝達することができる。

[0017] この発明の一実施形態において、前記基端側のリンクハブは、前記各リンク機構を支持する基端部材を有し、前記基端部材に対して、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と、前記姿勢制御用アクチュエータの出力軸とが互いに反対側に配置されている。

[0018] この構成によると、各姿勢制御用アクチュエータを回転駆動すると、その回転動力が基端側の端部リンク部材に伝達される。それにより、基端側の端部リンク部材の角度が変わり、基端側のリンクハブに対する先端側のリンクハブの姿勢が変更される。基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブを、4節連鎖の3組以上のリンク機構を介して姿勢を変更可能に連結して平行リンク機構を構成したため、コンパクトでありながら、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作が可能である。

[0019] この構成は、基端部材に対して、基端側のリンクハブと基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と、姿勢制御用アクチュエータの出力軸とが互いに反対側に配置されているため、姿勢制御用アクチュエータやこの姿勢制御用アクチュエータに付随する部品が、基端側のリンクハブと基端側の端部リンク部材の回転対偶部の周辺に配置されない。このため、姿勢制御用アクチュエータと平行リンク機構とが干渉し難く、平行リンク機構が、径方向寸法がコンパクトでありながら、広い動作範囲をとることができる。また、姿勢制御用アクチュエータを前記位置に配置したことにより、基端部材における各リンク機構がある側と反対側の面には平行リンク機構の構成

部品が存在せず、姿勢制御用アクチュエータの配置の設計自由度が高い。

[0020] この発明の一実施形態において、前記基端側のリンクハブは、前記基端部材から先端側に突出して設けられ前記各基端側の端部リンク部材をそれぞれ回転自在に支持する複数の回転支持部材を有し、前記姿勢制御用アクチュエータの前記出力軸が、前記基端部材における前記複数の回転支持部材の並び面と平行であってもよい。

この場合、姿勢制御用アクチュエータの出力軸を、全体的に基端部材に接近して設けることができる。これにより、リンク作動装置全体の基端側のリンクハブの中心軸に沿う方向の寸法をコンパクトにできる。

[0021] この発明の一実施形態において、前記基端側のリンクハブは、前記基端部材から先端側に突出して設けられ前記各基端側の端部リンク部材をそれぞれ回転自在に支持する複数の回転支持部材を有し、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸が、前記基端部材における前記複数の回転支持部材の並び面と平行であってもよい。この場合、基端側のリンクハブと基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸を、全体的に基端部材に接近して設けることができる。これにより、リンク作動装置全体の基端側のリンクハブの中心軸に沿う方向の寸法をコンパクトにできる。

[0022] この発明の一実施形態において、前記基端部材は、前記複数の回転支持部材の並びの中央部に貫通孔を有していてもよい。貫通孔を有すると、貫通孔に配線等を通して設けることができ、配線等の取り回しが容易である。

[0023] この発明の一実施形態において、前記姿勢制御用アクチュエータが、その出力軸を基準にして内向きに配置されていてもよい。この構成であると、姿勢制御用アクチュエータが配置されている部分の径方向寸法が小さくなり、コンパクトな構成を実現できる。また、姿勢制御用アクチュエータを基端側のリンクハブの中心軸に沿う方向に配置する構成に比べて、基端側のリンクハブの中心軸に沿う方向の寸法がコンパクトになる。

[0024] 前記姿勢制御用アクチュエータが、その出力軸を基準にして内向きに配置されている場合、前記姿勢制御用アクチュエータの前記出力軸が、前記基端

側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と、前記基端側のリンクハブの中心軸とが成す平面に対して、平行にオフセットして配置されていてもよい。姿勢制御用アクチュエータをオフセットして配置することで、各姿勢制御用アクチュエータが互いに干渉することを避けることができる。また、姿勢制御用アクチュエータが配置されている部分の径方向の中心部に、配線等を通すための空間を広くとることができる。

[0025] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0026] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の一実施形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図2]同リンク作動装置の平行リンク機構の一状態を示す図である。

[図3]同平行リンク機構の異なる状態を示す図である。

[図4]図1のIV-IV断面図である。

[図5]図4の一部分の断面図である。

[図6]図5のVI-VI断面図である。

[図7]図1のVII-VII断面図である。

[図8]図7の部分図である。

[図9]同平行リンク機構の1つのリンク機構を直線で表現した図である。

[図10]この発明の異なる実施形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図11]図10のXI-XI断面図である。

[図12]同リンク作動装置の歯車機構の周辺部の断面図である。

[図13]歯車機構の異なる構成を示す断面図である。

[図14]この発明のさらに異なる実施形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図15]図14のXV-XV断面図である。

[図16]同リンク作動装置の動力伝達機構の周辺部の断面図である。

[図17]この発明の第5の実施形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図18]図17のXVIII-XVIII断面図である。

[図19]図18の一部の断面図である。

[図20]図17のXX-XX断面図である。

[図21]この発明のさらに異なる実施形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図22]図21のXXII-XXII断面図である。

[図23]同リンク作動装置の動力伝達機構の周辺部の断面図である。

[図24]この発明の応用態様の第1の応用形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図25]同リンク作動装置の平行リンク機構の一状態を示す図である。

[図26]同平行リンク機構の異なる状態を示す図である。

[図27]図24のXXVII-XXVII断面図である。

[図28]図24のXXVIII-XXVIII断面図である。

[図29]図24のXXIX-XXIX断面図である。

[図30]図24のXXX-XXX断面図である。

[図31]図24のXXXI-XXXI断面図である。

[図32]この発明の応用態様の第2の応用形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図33]図32のXXXIII-XXXIII断面図である。

[図34]この発明の応用態様の第3の応用形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図35]図34のXXXV-XXXV断面図である。

[図36]図34のXXXVI-XXXVI断面図である。

[図37]図34のXXXVII-XXXVII断面図である。

[図38]この発明の応用態様の第4の応用形態にかかるリンク作動装置の一部を省略した正面図である。

[図39]図38のXXXIX-XXXIX断面図である。

[図40]図38のXXXX-XXXX断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] この発明の一実施形態にかかるリンク作動装置を図1～図9と共に説明する。図1はリンク作動装置の一部を省略した正面図である。このリンク作動装置は、平行リンク機構1と、この平行リンク機構1を作動させる姿勢制御用アクチュエータ50と、減速機構（図1には図示なし）とで構成される。

[0028] 図2は平行リンク機構1の一状態を示す図、図3は同平行リンク機構1の異なる状態を示す図である。図2、図3は、図1とは反対方向から見た状態を示している。平行リンク機構1は、基端側のリンクハブ2に対し先端側のリンクハブ3を3組のリンク機構4を介して姿勢変更可能に連結したものである。図1では、1組のリンク機構4のみが示されている。リンク機構4の数は、4組以上であってもよい。なお、図2、図3は平行リンク機構1の基本構成を示しており、姿勢制御用アクチュエータ50および減速機構を取り付けてリンク作動装置として構成する場合、平行リンク機構1の一部が図とは異なる構成となる。

[0029] 図1～図3において、各リンク機構4は、基端側の端部リンク部材5、先端側の端部リンク部材6、および中央リンク部材7で構成され、4つの回転対偶からなる4節連鎖のリンク機構をなす。基端側の端部リンク部材5および先端側の端部リンク部材6はそれぞれL字状に形成されている。基端側の

端部リンク部材 5 の一端は基端側のリンクハブ 2 に回転自在に連結されている。先端側の端部リンク部材 6 は先端側のリンクハブ 3 に回転自在に連結されている。中央リンク部材 7 は、両端に基端側および先端側の端部リンク部材 5, 6 の他端がそれぞれ回転自在に連結されている。

[0030] パラレルリンク機構 1 は、2つの球面リンク機構を組み合わせた構造であって、リンクハブ 2, 3 と端部リンク部材 5, 6 の各回転対偶、および端部リンク部材 5, 6 と中央リンク部材 7 の各回転対偶の中心軸が、基端側と先端側においてそれぞれの球面リンク中心 P A, P B (図 1) で交差している。また、基端側と先端側において、リンクハブ 2, 3 と端部リンク部材 5, 6 の各回転対偶とそれぞれの球面リンク中心 P A, P B からの距離も同じであり、端部リンク部材 5, 6 と中央リンク部材 7 の各回転対偶とそれぞれの球面リンク中心 P A, P B からの距離も同じである。端部リンク部材 5, 6 と中央リンク部材 7 との各回転対偶の中心軸は、ある交差角 γ (図 1) を持ってもよいし、平行であってもよい。

[0031] 図 1 の IV-IV 断面図である図 4 に、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 の各回転対偶の中心軸 O 1 と、中央リンク部材 7 と基端側の端部リンク部材 5 の各回転対偶の中心軸 O 2 と、基端側の球面リンク中心 P A との関係が示されている。つまり、中心軸 O 1 と中心軸 O 2 とが交差する点が基端側の球面リンク中心 P A である。また、図 1 の VII-VII 断面図である図 7 に、先端側のリンクハブ 3 と先端側の端部リンク部材 6 の各回転対偶の中心軸 O 1 と、中央リンク部材 7 と先端側の端部リンク部材 6 の各回転対偶の中心軸 O 2 と、先端側の球面リンク中心 P B との関係が示されている。つまり、中心軸 O 1 と中心軸 O 2 とが交差する点が先端側の球面リンク中心 P B である。図 4、図 7 の例では、リンクハブ 2, 3 と端部リンク部材 5, 6 との各回転対偶の中心軸 O 1 と、端部リンク部材 5, 6 と中央リンク部材 7 との各回転対偶の中心軸 O 2 とが成す角度 α が 90° とされているが、前記角度 α は 90° に限定されない。

[0032] 3組のリンク機構 4 は、幾何学的に同一形状をなす。幾何学的に同一形状

とは、図9のように、各リンク部材5, 6, 7を直線で表現した幾何学モデル、すなわち各回転対偶と、これら回転対偶間を結ぶ直線とで表現したモデルが、中央リンク部材7の中央部に対する基端側部分と先端側部分が対称を成す形状であることを言う。図9は、一組のリンク機構4を直線で表現した図である。この実施形態の平行リンク機構1は回転対称タイプで、基端側のリンクハブ2および基端側の端部リンク部材5と、先端側のリンクハブ3および先端側の端部リンク部材6との位置関係が、中央リンク部材7の中心線Cに対して回転対称となる位置構成になっている。各中央リンク部材7の中央部は、共通の軌道円D上に位置している。

[0033] 基端側のリンクハブ2と先端側のリンクハブ3と3組のリンク機構4とで、基端側のリンクハブ2に対し先端側のリンクハブ3が直交2軸周りに回転自在な2自由度機構が構成される。言い換えると、この機構は、基端側のリンクハブ2に対して先端側のリンクハブ3を、回転が2自由度で姿勢変更自在な機構である。この2自由度機構は、コンパクトでありながら、基端側のリンクハブ2に対する先端側のリンクハブ3の可動範囲を広くとれる。

[0034] 例えば、球面リンク中心PA, PBを通り、リンクハブ2, 3と端部リンク部材5, 6の各回転対偶の中心軸O1 (図4、図7)と直角に交わる直線をリンクハブ2, 3の中心軸QA, QBとした場合、基端側のリンクハブ2の中心軸QAと先端側のリンクハブ3の中心軸QBの折れ角 θ (図9)の最大値を約 $\pm 90^\circ$ とすることができる。また、基端側のリンクハブ2に対する先端側のリンクハブ3の旋回角 ϕ (図9)を $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲に設定できる。折れ角 θ は、基端側のリンクハブ2の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ3の中心軸QBが傾斜した垂直角度のことであり、旋回角 ϕ は、基端側のリンクハブ2の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ3の中心軸QBが傾斜した水平角度のことである。

[0035] 基端側のリンクハブ2に対する先端側のリンクハブ3の姿勢変更は、基端側のリンクハブ2の中心軸QAと先端側のリンクハブ3の中心軸QBの交点Oを回転中心として行われる。図2は、基端側のリンクハブ2の中心軸QA

と先端側のリンクハブ3の中心軸QBが同一線上にある状態を示し、図3は、基端側のリンクハブ2の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ3の中心軸QBが或る作動角をとった状態を示す。姿勢が変化しても、基端側と先端側の球面リンク中心PA, PB間の距離L(図9)は変化しない。

[0036] 各リンク機構4が次の各条件を満たす場合、幾何学的対称性から基端側のリンクハブ2および基端側の端部リンク部材5と、先端側のリンクハブ3および先端側の端部リンク部材6とは同じに動く。よって、平行リンク機構1は、基端側から先端側へ回転伝達を行う場合、基端側と先端側は同じ回転角になって等速で回転する等速自在継手として機能する。

条件1:各リンク機構4におけるリンクハブ2,3と端部リンク部材5,6との回転対偶の中心軸O1の角度および長さが互いに等しい。

条件2:リンクハブ2,3と端部リンク部材5,6との回転対偶の中心軸O1および端部リンク部材5,6と中央リンク部材7との回転対偶の中心軸O2が、基端側および先端側において球面リンク中心PA, PBで交差する。

条件3:基端側の端部リンク部材5と先端側の端部リンク部材6の幾何学的形状が等しい。

条件4:中央リンク部材7における基端側部分と先端側部分の幾何学的形状が等しい。

条件5:中央リンク部材7の対称面に対して、中央リンク部材7と端部リンク部材5,6との角度位置関係が基端側と先端側とで同じである。

[0037] 図1~図4に示すように、基端側のリンクハブ2は、平板状の基端部材10と、この基端部材10における円周上に等配で設けられた3組の回転支持部材11とで構成される。図の例では、平板状の基端部材10が上下の面が水平になるように設けられ、この基端部材10の上面から各回転支持部材11が上方に突出している。なお、基端部材10は平板状でなくてもよい。3組の回転支持部材11が配置される円周の中心は、基端側のリンクハブ2の中心軸QA上に位置する。各組の回転支持部材11は、径方向の外側に位置

するアクチュエータ支持部材 1 1 a と、内側に位置する減速機構支持部材 1 1 b とからなる。アクチュエータ支持部材 1 1 a および減速機構支持部材 1 1 b は、互いに一定の間隔を開けて並んでいる。

[0038] 各回転支持部材 1 1 には、基端側の端部リンク部材 5 の一端が回転自在に連結される。また、回転支持部材 1 1 のアクチュエータ支持部材 1 1 a に姿勢制御用アクチュエータ 5 0 (図 1、図 4) が支持される。減速機構支持部材 1 1 b に減速機構 5 1 (図 4) が支持される。回転支持部材 1 1 と基端側の端部リンク部材 5 との連結構造、並びに回転支持部材 1 1 への姿勢制御用アクチュエータ 5 0 および減速機構 5 1 の支持構造については、後で説明する。

[0039] 図 4 の一部分の断面図である図 5 に示すように、基端側の端部リンク部材 5 の他端には、回転軸 1 5 が取り付けられている。この回転軸 1 5 は、中央リンク部材 7 の一端に例えば 2 個の軸受 1 6 を介して回転自在に支持されている。回転軸 1 5 を用いる代わりに、回転軸 1 5 を中央リンク部材 7 の一端に回転自在に接触させることで、回転軸 1 5 を回転自在に支持してもよい。

[0040] 前記軸受 1 6 は、例えば深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受等の玉軸受である。この軸受 1 6 は、中央リンク部材 7 に圧入、接着、加締め等の方法で固定してある。他の回転対偶部に設けられる軸受の種類および設置方法も同様である。この例のように軸受 1 6 を用いる代わりに、回転軸 1 5 を中央リンク部材 7 に回転自在に接触させることで、回転軸 1 5 を回転自在に支持してもよい。

[0041] 図 1 ~ 図 3、および図 7 に示すように、先端側のリンクハブ 3 は、先端部材 2 0 と、この先端部材 2 0 における円周上に等配で設けられた 3 個の回転支持部材 2 1 とで構成される。先端部材 2 0 は例えば平板状である。3 個の回転支持部材 2 1 が配置される円周の中心は、先端側のリンクハブ 3 の中心軸 Q B 上に位置する。図 3、図 7 に図示されているように、先端側のリンクハブ 3 は、3 組の回転支持部材 2 1 の内側に円形の貫通孔 2 0 a を有する。各回転支持部材 2 1 に、先端側のリンクハブ 3 の中心軸 Q B (図 1) と交差

する回転軸 22 が軸受 23 を介してそれぞれ回転自在に支持されている。回転軸 22 は、先端側の端部リンク部材 6 の一端に取り付けられている。

[0042] 先端側の端部リンク部材 6 の他端には、回転軸 25 が取り付けられている。この回転軸 25 は、中央リンク部材 7 の他端に例えば 2 個の軸受 26 を介して回転自在に支持されている。回転軸 25 を用いる代わりに、回転軸 25 を中央リンク部材 7 の他端に回転自在に接触させることで、回転軸 25 を回転自在に支持してもよい。

[0043] 次に、図 4 の一部分の断面図である図 5、および図 7 の部分図である図 8 と共に、端部リンク部材 5, 6 の構成について説明する。基端側の端部リンク部材 5 と先端側の端部リンク部材 6 とは一部を除いて同じ構成であるので、ここでは代表して基端側の端部リンク部材 5 について説明し、先端側の端部リンク 6 については対応する箇所の符号を括弧内に記す。基端側および先端側の端部リンク部材 5, 6 で構成が異なる箇所については、適宜説明する。

[0044] 図 5 (図 8) に示すように、端部リンク部材 5 (6) は、1 つの湾曲部 30 と、この湾曲部 30 の両端にそれぞれ位置するリンクハブ側の回転連結部 31 A および中央リンク側の回転連結部 31 B とで構成される。この実施形態では、回転連結部 31 A, 31 B は、湾曲部 30 の端部の外側面および内側面にそれぞれ固定された一対の回転連結体 31 a, 31 b からなる。

[0045] 湾曲部 30 は、例えば金属材料の鋳造品である。湾曲部 30 は、所定の角度 α (図 4 参照; この例では 90°) に湾曲した形状をしている。湾曲角度 α は任意に決めることができる。湾曲部 30 の両端には、外側面と内側面間を貫通する 1 つのボルト用ねじ孔 32 が設けられている。湾曲部 30 の両端において、ボルト用ねじ孔 32 の両側に位置する 2 つの位置決め孔 33 が設けられている。

[0046] 回転連結部 31 A, 31 B の回転連結体 31 a, 31 b は、金属板等の厚さが一定の板状の部材に対して板金加工等の加工をすることで所定の形状に作られる。基端側の端部リンク部材 5 におけるリンクハブ側の回転連結部 3

1 Aの回転連結体3 1 a, 3 1 b (図5)は、後で説明するように屈曲形状である。他の回転連結体3 1 a, 3 1 bは平板状である。各回転連結体3 1 a, 3 1 bには、湾曲部3 0の前記ボルト用ねじ孔3 2に対応する1つのボルト挿通孔3 4と、湾曲部3 0の前記位置決め孔3 3に対応する2つの位置決め孔3 5とが設けられている。また、基端側の端部リンク部材5のリンクハブ側の回転連結部3 1 A以外の回転連結部3 1 A, 3 1 Bに用いられる回転連結体3 1 a, 3 1 bには、前記回転軸1 5, 2 2, 2 5のいずれかが挿通される貫通孔3 6が設けられている。回転連結体3 1 a, 3 1 bの素材として、単純な形状であり厚さが一定の板状の部材を用いると、安価に製作することができ、かつ量産性に優れる。特に、素材を金属板とすると、輪郭形状や前記各孔3 4, 3 5, 3 6の加工が容易である。

[0047] 湾曲部3 0と回転連結体3 1 a, 3 1 bとの固定に際しては、湾曲部3 0の位置決め孔3 3と、外側および内側の各回転連結体3 1 a, 3 1 bの位置決め孔3 5とに位置決めピン3 7を挿通して位置決めする。その状態で、外側と内側からそれぞれボルト3 8を各回転連結体3 1 a, 3 1 bのボルト挿通孔3 4に挿通し、そのボルト3 8のねじ部を湾曲部3 0のボルト用ねじ孔3 2に螺合させる。つまり、外側および内側の回転連結体3 1 a, 3 1 bは、共通の位置決めピン3 7で位置決めされた状態で、互いに異なるボルト3 8によりそれぞれ個別に湾曲部3 0に固定される。このように位置決めピン3 7を用いることで、組立てが容易となり、作業者による組立て精度のばらつきが少なくなる。また、湾曲部3 0と回転連結体3 1 a, 3 1 bの位置関係の精度が向上するため、平行リンク機構1のスムーズな動作を実現できる。

[0048] 図5に示すように、基端側の端部リンク部材5におけるリンクハブ側の回転連結部3 1 Aは、外側および内側の一对の回転連結体3 1 a, 3 1 bが、例えば曲げ加工により屈曲形状とされている。リンクハブ側の回転連結部3 1 Aにおいて、湾曲部3 0に固定される部分の相互間隔よりも回転支持部材1 1に連結される部分の相互間隔の方が広がっている。外側の回転連結体

3 1 a は、回転支持部材 1 1 のアクチュエータ支持部材 1 1 a の内側に配置される。内側の回転連結体 3 1 b は、回転支持部材 1 1 の減速機構支持部材 1 1 b の内側に配置される。そして、回転支持部材 1 1 に、基端側の端部リンク部材 5 の回転連結部 3 1 A が、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 および減速機構 5 1 と共に組み付けられる。具体的には、次のように組み付けられる。

[0049] 回転支持部材 1 1 のアクチュエータ支持部材 1 1 a の外側面に、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 が固定される。姿勢制御用アクチュエータ 5 0 は、例えば回転モータである。姿勢制御用アクチュエータ 5 0 の回転出力軸 5 0 a は、アクチュエータ支持部材 1 1 a と外側の回転連結体 3 1 a を貫通して、回転連結体 3 1 a よりも内側に延びている。回転出力軸 5 0 a は、回転連結体 3 1 a に設けられた軸受 6 1 により回転自在に支持されている。

[0050] 回転支持部材 1 1 の減速機構支持部材 1 1 b の外側面に、減速機構 5 1 が固定される。減速機構 5 1 は、入力軸 5 1 a と出力軸 5 1 b とが同一軸上にある形態である。入力軸 5 1 a および出力軸 5 1 b は、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 の回転対偶の中心軸 O 1 と同一軸上にある。この実施形態の場合、減速機構 5 1 の入力軸 5 1 a は姿勢制御用アクチュエータ 5 0 の回転出力軸 5 0 a と同一軸である。入力軸 5 1 a および出力軸 5 1 b は、軸受 6 2, 6 3 によって、それぞれ減速機構 5 1 のハウジングに回転自在に支持されている。減速機構 5 1 とアクチュエータ支持部材 1 1 a との間には、スペーサ 6 4 が介在している。

[0051] 減速機構 5 1 の出力軸 5 1 b の先端にフランジ 6 5 が固定され、このフランジ 6 5 の外周に円筒状部材 6 6 が固定されている。円筒状部材 6 6 は、減速機構支持部材 1 1 b の内径孔 6 7 を貫通して内側へ延びており、その先端面が複数のボルト 6 8 によって、内側の回転連結体 3 1 b に結合されている。

[0052] この実施形態の場合、減速機構 5 1 は遊星歯車機構とされる。図 5 の VI-V I 断面図である図 6 に示すように、遊星歯車機構からなる減速機構 5 1 は、太

陽歯車 70 と、複数の遊星歯車 71 と、キャリア 72 と、内歯歯車 73 とを有する。例えば、太陽歯車 70 を入力軸 51 a に結合し、キャリア 72 を出力軸 51 b に結合することで、入力軸 51 a の回転が同方向回転で減速して出力軸 51 b に出力される。

[0053] 図 8 に示すように、先端側の端部リンク部材 6 におけるリンクハブ側の回転連結部 31 A は、外側および内側の一对の回転連結体 31 a, 31 b 間に、前記回転支持部材 21 が配置される。そして、前記回転軸 22 を介して、端部リンク部材 6 と回転支持部材 21 とが互いに回転自在に連結される。具体的には、次のように連結する。

[0054] 回転軸 22 は、外径端に他の部分よりも径が大きい頭部 22 a を有し、内径端に雄ねじ部 22 b を有する。この回転軸 22 を雄ねじ部 22 b の側から、外側の回転連結体 31 a、スペーサ 45、2つの軸受 23 の内輪、スペーサ 46、および内側の回転連結体 31 b の各貫通孔に順に挿通し、雄ねじ部 22 b にナット 47 を螺着する。これにより、回転軸 22 の頭部 22 a とナット 47 とで、一对の回転連結体 31 a, 31 b、2つの軸受 23 の内輪、および2つのスペーサ 45, 46 を挟み付けることで、軸受 23 に予圧を付与した状態で、端部リンク部材 6 と回転支持部材 21 とを互いに回転自在に連結する。

[0055] 図 5 (図 8) に示すように、端部リンク部材 5 (6) における中央リンク側の回転連結部 31 B は、外側および内側の一对の回転連結体 31 a, 31 b 間に、中央リンク部材 7 の一端 (他端) が配置される。そして、前記回転軸 15 (25) を介して、端部リンク部材 5 (6) と中央リンク部材 7 とが互いに回転自在に連結される。具体的には、次のように連結する。

[0056] 回転軸 15 (25) は、外径端に他の部分よりも径が大きい頭部 15 a (25 a) を有し、内径端に雄ねじ部 15 b (25 b) を有する。この回転軸 15 (25) を雄ねじ部 15 b (25 b) の側から、外側の回転連結体 31 a、スペーサ 45、2つの軸受 16 (26) の内輪、スペーサ 46、および内側の回転連結体 31 b の各貫通孔に順に挿通し、雄ねじ部 15 b (25 b

) にナット 47 を螺着する。これにより、回転軸 15 (25) の頭部 15 a (25 a) とナット 47 とで、一对の回転連結体 31 a, 31 b、2つの軸受 16 (26) の内輪、および2つのスペーサ 45, 46 を挟み付けることで、軸受 16 (26) に予圧を付与した状態で、端部リンク部材 5 (6) と中央リンク部材 7 とを互いに回転自在に連結する。

[0057] このリンク作動装置は、各姿勢制御用アクチュエータ 50 を回転駆動することで、平行リンク機構 1 を作動させる。詳しくは、姿勢制御用アクチュエータ 50 を回転駆動すると、その回転が減速機構 51 を介して減速して、基端側の端部リンク部材 5 のリンクハブ側の回転連結部 31 A における内側の回転連結体 31 b に伝達される。これにより、基端側の端部リンク部材 5 の角度が変わり、基端側のリンクハブ 2 に対する先端側のリンクハブ 3 の姿勢が変更される。平行リンク機構 1 は、基端側のリンクハブ 2 に対し先端側のリンクハブ 3 を、4 節連鎖の 3 組のリンク機構 4 を介して姿勢を変更可能に連結した構成であるため、コンパクトでありながら、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作が可能である。

[0058] 端部リンク部材 5, 6 が湾曲部 30 で湾曲しているため、リンク作動装置全体の径方向の寸法を小さくすることができ、コンパクトな構成を実現できる。端部リンク部材 5, 6 の回転連結部 31 A, 31 B はいずれも一对の回転連結体 31 a, 31 b からなる。回転連結体 31 a, 31 b は、湾曲部 30 に対して着脱自在に取り付けられた金属板からなっているため、板金加工によって回転連結体 31 a, 31 b を安価にかつ量産性良く製作することができる。素材となる金属板の大きさを変更するだけで、リンク作動装置のサイズの違いに回転連結体 31 a, 31 b を対応させることができる。このため、リンク作動装置のサイズの変更を容易に実現できる。

[0059] また、端部リンク部材 5, 6 を湾曲部 30 および回転連結部 31 A, 31 B の 2 種類の部位に分割すると、各部位を単純な形状とすることが可能となり、加工費を抑制でき、量産性が向上する。回転連結部 31 A, 31 B の回転連結体 31 a, 31 b を互いに同一の形状とすると、部品の共通化を図れ

、安価で量産性が良い。ただし、回転連結体 31a, 31b が用いられる箇所や求められる強度に応じて、回転連結体 31a, 31b の厚さや形状を異ならせてもよい。

[0060] 基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 との回転対偶部に関しては、以下の作用・効果がある。減速機構 51 の出力軸 51b を内側の回転連結体 31b に固定し、かつ減速機構 51 の入力軸 51a を外側の回転連結体 31a に回転自在に支持させることにより、一对の回転連結体 31a, 31b の間に減速機構 51 を配置することが可能である。これにより、平行リンク機構 1 の径方向外側に減速機構 51 を張り出さずに設置することができ、より一層コンパクトな構成を実現できる。つまり、入力軸 51a と出力軸 51b とが同一軸上にある減速機構 51 を、径方向寸法を大きくすることなく設置することが可能である。加えて、一对の回転連結体 31a, 31b の間に減速機構 51 を配置すれば、減速機構 51 が一对の回転連結体 31a, 31b を連結する構造となり、剛性を向上させる上で有利である。

[0061] 図 10～図 12 はこの発明の異なる実施形態を示す。このリンク作動装置は、図 1、図 4、図 5 に示す前記実施形態に対して、姿勢制御用アクチュエータ 50 の配置が異なっている。すなわち、前記実施形態は、姿勢制御用アクチュエータ 50 の回転出力軸 50a が減速機構 51 の入力軸 51a と同軸であるのに対し、この実施形態では、姿勢制御用アクチュエータ 50 の回転出力軸 50a と減速機構 51 の入力軸 51a とが別軸で、互いに対して直交した配置となっている。

[0062] 図 10 に示すように、この実施形態のリンク作動装置は、ベース板 80 に設けられた複数の支柱 81 の上端に基端部材 10 が支持されている。図 12 に示すように、姿勢制御用アクチュエータ 50 は基端部材 10 の底面に固定して設けられ、その回転出力軸 50a が基端部材 10 の開口 10a を貫通して上方に突出している。上下方向に延びる回転出力軸 50a は、歯車機構 82 を介して、減速機構 51 の水平方向の入力軸 51a と連結されている。歯車機構 82 は、回転出力軸 50a に取り付けられた駆動側の傘歯車 83 と、

入力軸 5 1 a に取り付けられた従動側の傘歯車 8 4 とでなる。

[0063] このように姿勢制御用アクチュエータ 5 0 の回転出力軸 5 0 a と減速機構 5 1 の入力軸 5 1 a とが互いに直交するように姿勢制御用アクチュエータ 5 0 が設けられていると、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 との回転対偶の周りに他の部品が配置されない構造となり、平行リンク機構 1 が広い動作範囲をとることができる。他は、前記実施形態と同じである。

[0064] また、このリンク作動装置は、基端部材 1 0 に対して、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 の回転対偶部の中心軸 O 1 と、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 の出力軸 5 0 a とが互いに反対側に配置されている。これにより、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 やこの姿勢制御用アクチュエータ 5 0 に付随する部品が、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 の回転対偶部の周辺に配置されない構成とされる。このため、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 と平行リンク機構 1 とが干渉し難く、平行リンク機構 1 が、径方向寸法がコンパクトでありながら、広い動作範囲をとることができる。また、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 を前記位置に配置したことにより、基端部材 1 0 における各リンク機構 4 がある側と反対側の面には平行リンク機構 1 の構成部品が存在しないため、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 の配置の設計自由度が高い。他は、前記実施形態と同じである。

[0065] 図 1 2 に示す歯車機構 8 2 は、駆動側の傘歯車 8 3 の内側に従動側の傘歯車 8 4 が位置する構成であるが、図 1 3 に示す歯車機構 8 2 のように、駆動側の傘歯車 8 3 の外側に従動側の傘歯車 8 4 が位置する構成としてもよい。図 1 3 の構成は、図 1 2 の構成よりも、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 を径方向の中心側に配置することができ、平行リンク機構 1 をコンパクトにできる。

[0066] 図 1 4 ~ 図 1 6 はこの発明のさらに異なる実施形態を示す。このリンク作動装置は、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 の回転出力軸 5 0 a が減速機構 5 1 の入力軸 5 1 a と平行になるように、姿勢制御用アクチュエータ 5 0 が配

置されている。回転出力軸50aから入力軸51aへは、ベルト式の動力伝達機構91によって回転が伝達される。

[0067] 詳しくは、図14の全体図に示すように、ベース板80に設けられた複数の支柱81の上端に基端部材10が支持されている。そして、図14のXVI-XVI断面図である図16に示すように、基端部材10の底面に固定されたアクチュエータ支持部材90に、回転出力軸50aが水平となる姿勢で姿勢制御用アクチュエータ50が設けられている。前記動力伝達機構91は、姿勢制御用アクチュエータ50の回転出力軸50aに取り付けられた駆動側のタイミングプーリ92と、減速機構51の入力軸51aに取り付けられた従動側のタイミングプーリ93と、両タイミングプーリ92, 93に掛けられたタイミングベルト94とで構成される。タイミングベルト94は、基端部材10の開口10aを通っている。

[0068] 基端部材10の底面に回転出力軸支持部材95が垂下姿勢で設けられている。この回転出力軸支持部材95に設けられた軸受96によって姿勢制御用アクチュエータ50の回転出力軸50aが回転自在に支持されている。軸受96は、軸受96の内輪（図示せず）と駆動側のタイミングプーリ92との間に介在するスペーサ97と、回転出力軸50aの先端ねじ部に螺着させたナット98とによって、軸方向に位置決めされている。

[0069] このように姿勢制御用アクチュエータ50の回転出力軸50aと減速機構51の入力軸51aとが互いに平行になるように姿勢制御用アクチュエータ50が設けられていても、基端側のリンクハブ2と基端側の端部リンク部材5との回転対偶の周りに他の部品が配置されない構造となり、平行リンク機構1が広い動作範囲をとることができる。なお、動力伝達機構91は必ずしもタイミングベルト94を用いた構成でなくてもよい。

[0070] 基端部材10が平板状であるため、基端部材10における基端側のリンクハブ2の中心軸QAに沿う方向の寸法を大きくすることなく、基端部材10に複数の回転支持部材11を設けることができる。また、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aが基端部材10と平行であるため、姿勢制御用

アクチュエータ50の出力軸50aを全体的に基端部材10に接近して設けることができる。さらに、基端側のリンクハブ2と基端側の端部リンク部材5との回転対偶部の中心軸O1が基端部材10と平行であるため、前記中心軸O1を全体的に基端部材10に接近して設けることができる。これらのことから、リンク作動装置全体の基端側のリンクハブ2の中心軸QAに沿う方向の寸法をコンパクトにできる。なお、上述のように、基端部材10はその全体が平板状でなくともよい。基端部材10が平板状でない場合でも、基端部材10における、複数の回転支持部材11が配設される面である並び面と上記出力軸50aおよび／または回転対偶部の中心軸O1とが平行であればよい。

[0071] また、基端部材10の底面の外周縁よりも少し内径側の位置にアクチュエータ支持部材90が設けられ、このアクチュエータ支持部材90の内側面に、姿勢制御用アクチュエータ50および減速機構51が取り付けられている。姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aは外径側に延びている。基端部材10の底面の外周縁にはアクチュエータ回転支持部材95が設けられ、このアクチュエータ回転支持部材95に軸受96を介して出力軸50aが回転自在に支持されている。

[0072] このように各姿勢制御用アクチュエータ50を内向きに配置すると、姿勢制御用アクチュエータ50が配置されている部分の径方向寸法が小さくなり、コンパクトな構成を実現できる。具体的には、各姿勢制御用アクチュエータ50を基端部材10の下方の範囲内に収めて、基端部材10よりも外径側に張り出さないようにすることができる。他は、前記実施形態と同じである。

[0073] また、図17～図20に示すように、このリンク作動装置において、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aが、基端側のリンクハブ2と基端側の端部リンク部材5の回転対偶の中心軸O1と、基端側のリンクハブ2の中心軸QAとが成す平面に対して、平行にオフセットして配置されていてもよい。

- [0074] このように姿勢制御用アクチュエータ50をオフセットして配置することで、姿勢制御用アクチュエータ50が出力軸50aの軸心方向に長くても、各姿勢制御用アクチュエータ50が互いに干渉することを避けることができる。また、姿勢制御用アクチュエータ50が配置されている部分の径方向の中心部に、配線等を通すための空間78を広くとることができる。それに伴い、基端部材10の貫通孔10aも大きくしてある。他は、第3の実施形態と同じである。
- [0075] また、図18に示すように、3個の回転支持部材11が配置される円周の中心は、基端側のリンクハブ2の中心軸QA上に位置する。基端部材10には、各回転支持部材11の並びの中央部に貫通孔10aが形成されていてもよい。この貫通孔10aの中心も、基端側のリンクハブ2の中心軸QA上に位置する。
- [0076] 基端部材10における複数の回転支持部材11の並びの中央部に貫通孔10aが設けられているため、この貫通孔10aに配線等を通して設けることができ、配線等の取り回しが容易である。
- [0077] 図21～図23はこの発明のさらに異なる実施形態を示す。このリンク作動装置も、図14～図16の実施形態と同様に、姿勢制御用アクチュエータ50の回転出力軸50aが減速機構51の入力軸51aと平行になるように、姿勢制御用アクチュエータ50が配置されている。図14～図16の実施形態と異なる点は、回転出力軸50aから入力軸51aへ、歯車式の動力伝達機構101によって回転が伝達されることである。
- [0078] 姿勢制御用アクチュエータ50は、図14～図16の実施形態と同様に、アクチュエータ支持部材90に、回転出力軸50aが水平となる姿勢で姿勢制御用アクチュエータ50が設けられている。歯車式の動力伝達機構101は、姿勢制御用アクチュエータ50の回転出力軸50aに取り付けられた駆動歯車102と、基端部材10の開口10a内に設けられたカウンタ歯車103と、減速機構51の入力軸51aに取り付けられた従動歯車104とで構成される。各歯車102, 103, 104はいずれも平歯車である。

[0079] このように動力伝達機構101が歯車式である場合も、ベルト式の場合と同様の作用および効果が得られる。図の動力伝達機構101は歯車の数が3枚であるが、3枚以外であってもよい。また、図の動力伝達機構101は、姿勢制御用アクチュエータ50の回転出力軸50aから減速機構51の入力軸51aへ回転が同方向に伝達されるが、逆方向に伝達してもよい。他は、前記実施形態と同じである。

[0080] 以上、実施例に基づいて本発明を実施するための形態を説明したが、ここで開示した実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0081] 次に、前記減速機構を備え、前記基端側の端部リンク部材は、任意の角度に湾曲した湾曲部と、この湾曲部の一端に設けられ互いに間隔を開けて並ぶ一对の回転連結体からなる回転連結部とを有し、前記減速機構は、入力軸と出力軸とが同一軸心上にあり、前記一对の回転連結体の間に、前記入力軸および前記出力軸の各軸心を前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と一致させて配置され、前記減速機構の前記出力軸が、前記一对の回転連結体のうちの一方の回転連結体に固定され、かつ、前記減速機構の前記入力軸が、前記一对の回転連結体のうちの他方の回転連結体に回転自在に支持されていることを構成要件としない、本発明の範囲に含まれない応用態様に係るリンク作動装置について説明する。この応用態様は、以下の態様1～6を含む。この応用形態に係るリンク作動装置によれば、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作を行うことができ、径方向寸法がコンパクトで、姿勢制御用アクチュエータの配置の設計自由度が高い。

[態様1]

基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブが3組以上のリンク機構を介して姿勢を変更可能に連結され、前記各リンク機構は、それぞれ前記基端側のリンクハブおよび前記先端側のリンクハブに一端が回転可能に連結され

た基端側および先端側の端部リンク部材と、これら基端側および先端側の端部リンク部材の他端に両端がそれぞれ回転可能に連結された中央リンク部材とを有し、前記3組以上のリンク機構のうちの2組以上のリンク機構に、前記基端側のリンクハブに対する前記先端側のリンクハブの姿勢を任意に変更させる姿勢制御用アクチュエータが設けられたリンク作動装置において、

前記基端側のリンクハブは、前記各リンク機構を支持する基端部材を有し、

前記基端部材に対して、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と、前記姿勢制御用アクチュエータの出力軸とが互いに反対側に配置されていることを特徴とするリンク作動装置。

[態様2]

態様1に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブは、前記基端部材から先端側に突出して設けられ前記各基端側の端部リンク部材をそれぞれ回転自在に支持する複数の回転支持部材を有し、

前記姿勢制御用アクチュエータの前記出力軸は、前記基端部材における前記複数の回転支持部材の並び面と平行であるリンク作動装置。

[態様3]

態様1または態様2に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブは、前記基端部材から先端側に突出して設けられ前記各基端側の端部リンク部材をそれぞれ回転自在に支持する複数の回転支持部材を有し、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸は、前記基端部材における前記複数の回転支持部材の並び面と平行であるリンク作動装置。

[態様4]

態様1ないし態様3のいずれか1項に記載のリンク作動装置において、前記基端部材は、前記複数の回転支持部材の並びの中央部に貫通孔を有するリンク作動装置。

[態様5]

態様 1 ないし態様 4 のいずれか 1 項に記載のリンク作動装置において、前記姿勢制御用アクチュエータが、その出力軸を基準にして内向きに配置されているリンク作動装置。

[態様 6]

態様 5 に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸、および前記基端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸がそれぞれ交差する点を基端側の球面リンク中心を称し、この基端側の球面リンク中心を通り前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線を基端側のリンクハブの中心軸と称する場合、

前記姿勢制御用アクチュエータの前記出力軸が、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と、前記基端側のリンクハブの中心軸とが成す平面に対して、平行にオフセットして配置されているリンク作動装置。

[0082] この応用態様の応用形態を図面と共に説明する。なお、以下の説明において、上述の本発明の実施形態と共通する事項については説明を省略する。また、添付図面において、本発明の実施形態における符号と同一の符号は、本発明の実施形態における部分と同一または相当する部分を示す。

[第 1 の応用形態]

図 24～図 31 は第 1 の応用形態を示す。図 24 はリンク作動装置の一部を省略した正面図である。このリンク作動装置は、平行リンク機構 1 と、この平行リンク機構 1 を作動させる複数の姿勢制御用アクチュエータ 50 とを備える。図 24 に示すリンク作動装置は、ベース板 80 に設置した複数の支柱 81 の上端に、平行リンク機構 1 が縦向きに支持されている。

[0083] 図 25 は平行リンク機構 1 の一状態を示す図、図 26 は同平行リンク機構 1 の異なる状態を示す図である。図 25、図 26 は、図 24 とは反対方向から見た状態を示している。平行リンク機構 1 は、基端側のリン

クハブ2に対し先端側のリンクハブ3を3組のリンク機構4を介して姿勢変更可能に連結したものである。図24では、1組のリンク機構4のみが示されている。リンク機構4の数は、4組以上であってもよい。なお、図25、図26は平行リンク機構1の基本構成を示しており、姿勢制御用アクチュエータ50等を取り付けてリンク作動装置として構成する場合、平行リンク機構1の一部が図とは異なる構成となる。

[0084] 図24～図26において、各リンク機構4は、基端側の端部リンク部材5、先端側の端部リンク部材6、および中央リンク部材7で構成され、4つの回転対偶からなる4節連鎖のリンク機構をなす。基端側および先端側の端部リンク部材5、6はL字状をなし、一端がそれぞれ基端側のリンクハブ2および先端側のリンクハブ3に回転自在に連結されている。中央リンク部材7は、両端に基端側および先端側の端部リンク部材5、6の他端がそれぞれ回転自在に連結されている。

[0085] 図24のXXVII-XXVII断面図である図27に、基端側のリンクハブ2と基端側の端部リンク部材5の各回転対偶の中心軸O1と、中央リンク部材7と基端側の端部リンク部材5の各回転対偶の中心軸O2と、基端側の球面リンク中心PAとの関係が示されている。つまり、中心軸O1と中心軸O2とが交差する点が基端側の球面リンク中心PAである。また、図24のXXX-XXX断面図である図30に、先端側のリンクハブ3と先端側の端部リンク部材6の各回転対偶の中心軸O1と、中央リンク部材7と先端側の端部リンク部材6の各回転対偶の中心軸O2と、先端側の球面リンク中心PBとの関係が示されている。つまり、中心軸O1と中心軸O2とが交差する点が先端側の球面リンク中心PBである。図27、図30の例では、リンクハブ2、3と端部リンク部材5、6との各回転対偶の中心軸O1と、端部リンク部材5、6と中央リンク部材7との各回転対偶の中心軸O2とが成す角度 α が 90° とされているが、前記角度 α は 90° 以外であってもよい。

[0086] 図24～図27に示すように、基端側のリンクハブ2は、各リンク機構4を支持する平板状の基端部材10と、この基端部材10における円周上に等

配で設けられた3個の回転支持部材11とで構成される。図の例では、平板状の基端部材10が上下の面が水平になるように設けられ、この基端部材10の上面から各回転支持部材11が上方に突出している。図24に示すように、前記支柱81の上端を基端部材10の底面に連結することで、ベース部材80に平行リンク機構1が支持される。なお、基端部材10は平板状でなくてもよい。

[0087] 図27に示すように、3個の回転支持部材11が配置される円周の中心は、基端側のリンクハブ2の中心軸QA上に位置する。基端部材10には、各回転支持部材11の並びの中央部に貫通孔10aが形成されている。この貫通孔10aの中心も、基端側のリンクハブ2の中心軸QA上に位置する。

[0088] 図24のXXVIII-XXVIII断面図である図28に示すように、各回転支持部材11には、基端側の端部リンク部材5の一端が回転自在に連結されている。具体的には、回転支持部材11に2個の軸受13を介して回転軸12が回転自在に支持され、この回転軸12に基端側の端部リンク部材5の一端が連結されている。

[0089] また、基端側の端部リンク部材5の他端は、中央リンク部材7の一端に連結されている。具体的には、中央リンク部材7に2個の軸受16を介して回転軸15が回転自在に支持され、この回転軸15に基端側の端部リンク部材5の他端が連結されている。

[0090] 前記軸受13, 16は、例えば深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受等の玉軸受である。これらの軸受13, 16は、回転支持部材11または中央リンク部材7に圧入、接着、加締め等の方法で固定してある。この例のように軸受13, 16を用いる代わりに、回転軸12, 15を回転支持部材11または中央リンク部材7に回転自在に接触させることで、回転軸12, 15を回転自在に支持してもよい。他の回転対偶部に設けられる軸受の種類および設置方法も同様である。

[0091] 図24~図26、および図30に示すように、先端側のリンクハブ3は、平板状の先端部材20と、この先端部材20における円周上に等配で設けら

れた3個の回転支持部材21とで構成される。3個の回転支持部材21が配置される円周の中心は、先端側のリンクハブ3の中心軸QB上に位置する。なお、先端部材20は平板状でなくてもよい。

[0092] 図24のXXXI-XXXI断面図である図31に示すように、各回転支持部材21には、先端側の端部リンク部材6の一端が回転自在に連結されている。具体的には、回転支持部材21に2個の軸受23を介して回転軸22が回転自在に支持され、この回転軸22に先端側の端部リンク部材6の一端が連結されている。

[0093] また、先端側の端部リンク部材6の他端は、中央リンク部材7の他端に連結されている。具体的には、中央リンク部材7に2個の軸受26を介して回転軸25が回転自在に支持され、この回転軸25の先端側の端部リンク部材6の他端が連結されている。

[0094] 次に、図28および図31と共に、端部リンク部材5, 6の構成について説明する。基端側および先端側の端部リンク部材5, 6は一部を除いて同じ構成であるので、ここでは代表して基端側の端部リンク部材5について説明し、先端側の端部リンク6については対応する箇所の符号を括弧内に記す。基端側および先端側の端部リンク部材5, 6で構成が異なる箇所については、随時説明する。

[0095] 図28(図31)に示すように、端部リンク部材5(6)は、1つの湾曲部30と、この湾曲部30の両端にそれぞれ位置するリンクハブ側および中央リンク側の各回転連結部31A, 31Bとで構成される。この応用形態では、各回転連結部31A, 31Bは、湾曲部30の端部の外側面および内側面にそれぞれ固定された一対の回転連結体31a, 31bからなる。

[0096] 湾曲部30は、例えば金属材料の鋳造品であり、所定の角度 α (図27、図30参照;この例では 90°)に湾曲した形状をしている。湾曲角度 α は任意に決めることができる。湾曲部30の両端には、外側面と内側面間を貫通する1つのボルト用ねじ孔32と、このボルト用ねじ孔32の両側に位置する2つの位置決め孔33とがそれぞれ設けられている。

- [0097] 回転連結部 31 A, 31 B の回転連結体 31 a, 31 b は、金属板等の厚さが一定の板状の部材に対して板金加工等の加工をすることで所定の形状に作られる。回転連結体 31 a, 31 b の形状は例えば細長い直線状で、湾曲部 30 の前記ボルト用ねじ孔 32 に対応する 1 つのボルト挿通孔 34 と、湾曲部 30 の前記位置決め孔 33 に対応する 2 つの位置決め孔 35 と、前記回転軸 12, 15, 22, 25 のいずれかが挿通される貫通孔 36 が設けられている。回転連結体 31 a, 31 b の素材として、単純な形状であり厚さが一定の板状の部材を用いると、安価に製作することができ、かつ量産性に優れる。特に、素材を金属板とすると、輪郭形状や前記各孔 34, 35, 36 の加工が容易である。
- [0098] 湾曲部 30 と回転連結体 31 a, 31 b との固定に際しては、湾曲部 30 の位置決め孔 33 と、外側および内側の各回転連結体 31 a, 31 b の位置決め孔 35 とに位置決めピン 37 を挿通して位置決めする。その状態で、外側と内側からそれぞれボルト 38 を各回転連結体 31 a, 31 b のボルト挿通孔 34 に挿通し、そのボルト 38 のねじ部を湾曲部 30 のボルト用ねじ孔 32 に螺合させる。つまり、外側および内側の回転連結体 31 a, 31 b は、共通の位置決めピン 37 で位置決めされた状態で、互いに異なるボルト 38 によりそれぞれ個別に湾曲部 30 に固定される。このように位置決めピン 37 を用いることで、組立てが容易となり、作業者による組立て精度のばらつきが少なくなる。また、湾曲部 30 と回転連結体 31 a, 31 b の位置関係の精度が向上するため、平行リンク機構 1 のスムーズな動作を実現できる。
- [0099] 図 28 に示すように、基端側の端部リンク部材 5 におけるリンクハブ側の回転連結部 31 A は、外側および内側の一对の回転連結体 31 a, 31 b の間に、回転支持部材 11 が配置される。そして、前記回転軸 12 を介して、端部リンク部材 5 と回転支持部材 11 とが互いに回転自在に連結される。具体的には、次のように連結される。
- [0100] 回転軸 12 は、外径端に後述するタイミングプーリ 93 を取り付けるプー

り取付部 1 2 a を有し、内径端に雄ねじ部 1 2 b を有する。この回転軸 1 2 を雄ねじ部 1 2 b の側から、外側の回転連結体 3 1 a、スペーサ 4 5、2 つの軸受 1 3 の内輪、スペーサ 4 6、および内側の回転連結体 3 1 b の各貫通孔に順に挿通し、雄ねじ部 1 2 b にナット 4 7 を螺着する。これにより、タイミングプーリ 9 3 とナット 4 7 とで、一对の回転連結体 3 1 a、3 1 b、2 つの軸受 1 3 の内輪、および 2 つのスペーサ 4 5、4 6 を挟み付けることで、軸受 1 3 に予圧を付与した状態で、端部リンク部材 6 と回転支持部材 2 1 とを互いに回転自在に連結する。但し、タイミングプーリ 9 3 は、外側の回転連結体 3 1 a に対して回転自在とされている。

[0101] 図 3 1 に示すように、先端側の端部リンク部材 6 におけるリンクハブ側の回転連結部 3 1 A は、外側および内側の一对の回転連結体 3 1 a、3 1 b の間に、回転支持部材 2 1 が配置される。そして、前記回転軸 2 2 を介して、端部リンク部材 6 と回転支持部材 2 1 とが互いに回転自在に連結される。具体的には、次のように連結される。

[0102] 回転軸 2 2 は、外径端に他の部分よりも径が大きい頭部 2 2 a を有し、内径端に雄ねじ部 2 2 b を有する。この回転軸 2 2 を雄ねじ部 2 2 b の側から、外側の回転連結体 3 1 a、スペーサ 4 5、2 つの軸受 2 3 の内輪、スペーサ 4 6、および内側の回転連結体 3 1 b の各貫通孔に順に挿通し、雄ねじ部 2 2 b にナット 4 7 を螺着する。これにより、回転軸 2 2 の頭部 2 2 a とナット 4 7 とで、一对の回転連結体 3 1 a、3 1 b、2 つの軸受 2 3 の内輪、および 2 つのスペーサ 4 5、4 6 を挟み付けることで、軸受 2 3 に予圧を付与した状態で、端部リンク部材 6 と回転支持部材 2 1 とを互いに回転自在に連結する。

[0103] 図 2 8 (図 3 1) に示すように、端部リンク部材 5 (6) における中央リンク側の回転連結部 3 1 B は、外側および内側の一对の回転連結体 3 1 a、3 1 b 間に、中央リンク部材 7 の一端 (他端) が配置される。そして、前記回転軸 1 5 (2 5) を介して、端部リンク部材 5 (6) と中央リンク部材 7 とが互いに回転自在に連結される。具体的には、次のように連結する。

- [0104] 回転軸15(25)は、外径端に他の部分よりも径が大きい頭部15a(25a)を有し、内径端に雄ねじ部15b(25b)を有する。この回転軸15(25)を雄ねじ部15b(25b)の側から、外側の回転連結体31a、スペーサ45、2つの軸受16(26)の内輪、スペーサ46、および内側の回転連結体31bの各貫通孔に順に挿通し、雄ねじ部15b(25b)にナット47を螺着する。これにより、回転軸15(25)の頭部15a(25a)とナット47とで、一对の回転連結体31a, 31b、2つの軸受16(26)の内輪、および2つのスペーサ45, 46を挟み付けることで、軸受16(26)に予圧を付与した状態で、端部リンク部材5(6)と中央リンク部材7とを互いに回転自在に連結する。
- [0105] 図29は、図24のXXIX-XXIX断面図である。基端部材10の底面の外周縁から下向きに突出してアクチュエータ支持部材90が設けられ、このアクチュエータ支持部材90の外側面に、前記姿勢制御用アクチュエータ50およびこれに付属の減速機構51が取り付けられている。具体的には、減速機構51の部分で、姿勢制御用アクチュエータ50および付属の減速機構51がアクチュエータ支持部材90に取り付けられている。
- [0106] 姿勢制御用アクチュエータ50は回転モータであって、その出力軸50aが、アクチュエータ支持部材90を貫通してアクチュエータ支持部材90の内側まで水平に延びている。そして、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aから前記回転軸12へ、ベルト式の動力伝達機構91によって回転が伝達される。ベルト式の動力伝達機構91は、出力軸50aに取り付けられた駆動側のタイミングプーリ92と、回転軸12のプーリ取付部12aに取り付けられた従動側のタイミングプーリ93と、両タイミングプーリ92, 93に掛けられたタイミングベルト94とで構成される。タイミングベルト94は、基端部材10に開けられた開口10bに通されている。
- [0107] このリンク作動装置は、各姿勢制御用アクチュエータ50を回転駆動することで、平行リンク機構1を作動させる。詳しくは、姿勢制御用アクチュエータ50を回転駆動すると、その回転動力が減速機構51によって減速

され、その減速された回転動力が、動力伝達機構 91 を介して回転軸 12 に伝達される。それにより、基端側の端部リンク部材 5 の角度が変わり、基端側のリンクハブ 2 に対する先端側のリンクハブ 3 の姿勢が変更される。平行リンク機構 1 は、基端側のリンクハブ 2 に対し先端側のリンクハブ 3 を、4 節連鎖の 3 組のリンク機構 4 を介して姿勢を変更可能に連結した構成であるため、コンパクトでありながら、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作が可能である。

[0108] 端部リンク部材 5, 6 が湾曲部 30 で湾曲しているため、リンク作動装置全体の径方向の寸法を小さくすることができ、コンパクトな構成を実現できる。端部リンク部材 5, 6 の回転連結部 31A, 31B はいずれも一对の回転連結体 31a, 31b からなる。回転連結体 31a, 31b は、湾曲部 30 に対して着脱自在に取り付けられた金属板からなっているため、板金加工によって回転連結体 31a, 31b を安価にかつ量産性良く製作することができる。素材となる金属板の大きさを変更するだけで、リンク作動装置のサイズの違いに回転連結体 31a, 31b を対応させることができる。このため、リンク作動装置のサイズの変更を容易に実現できる。

[0109] また、端部リンク部材 5, 6 を湾曲部 30 および回転連結部 31A, 31B の 2 種類の部位に分割すると、各部位を単純な形状とすることが可能となり、加工費を抑制でき、量産性が向上する。回転連結部 31A, 31B の回転連結体 31a, 31b を互いに同一の形状とすると、部品の共通化を図れ、安価で量産性が良い。ただし、回転連結体 31a, 31b が用いられる箇所や求められる強度に応じて、回転連結体 31a, 31b の厚さや形状を異ならせてもよい。

[0110] このリンク作動装置は、基端部材 10 に対して、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 の回転対偶部の中心軸 O1 と、姿勢制御用アクチュエータ 50 の出力軸 50a とが互いに反対側に配置されている。これにより、姿勢制御用アクチュエータ 50 やこの姿勢制御用アクチュエータ 50 に付随する部品が、基端側のリンクハブ 2 と基端側の端部リンク部材 5 の回転

対偶部の周辺に配置されない構成とされる。このため、姿勢制御用アクチュエータ50と平行リンク機構1とが干渉し難く、平行リンク機構1が、径方向寸法がコンパクトでありながら、広い動作範囲をとることができる。また、姿勢制御用アクチュエータ50を前記位置に配置したことにより、基端部材10における各リンク機構4がある側と反対側の面には平行リンク機構1の構成部品が存在しないため、姿勢制御用アクチュエータ50の配置の設計自由度が高い。

[0111] 基端部材10が平板状であるため、基端部材10における基端側のリンクハブ2の中心軸QAに沿う方向の寸法を大きくすることなく、基端部材10に複数の回転支持部材11を設けることができる。また、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aが基端部材10と平行であるため、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aを全体的に基端部材10に接近して設けることができる。さらに、基端側のリンクハブ2と基端側の端部リンク部材5との回転対偶部の中心軸O1が基端部材10と平行であるため、前記中心軸O1を全体的に基端部材10に接近して設けることができる。これらのことから、リンク作動装置全体の基端側のリンクハブ2の中心軸QAに沿う方向の寸法をコンパクトにできる。

[0112] 基端部材10における複数の回転支持部材11の並びの中央部に貫通孔10aが設けられているため、この貫通孔10aに配線等を通して設けることができ、配線等の取り回しが容易である。

[0113] [第2の応用形態]

図32、図33はこの発明の第2の応用形態を示す。このリンク作動装置は、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aから回転軸12へ回転を伝達する動力伝達機構101が歯車列で構成されている。すなわち、動力伝達機構101は、出力軸50aに取り付けられた駆動歯車102と、アクチュエータ支持部材90に回転自在に支持されたカウンタ歯車103と、回転軸12に取り付けられた従動歯車104とで構成される。カウンタ歯車103および従動歯車104は、その一部が基端部材10に開けられた開口10

bに配置されている。図の例では、各歯車102, 103, 104がいずれも平歯車であるが、平歯車以外の歯車で歯車列を構成してもよい。他は、第1の応用形態と同じである。

[0114] このように動力伝達機構101が歯車式である場合も、ベルト式の場合と同様の作用および効果が得られる。図の動力伝達機構101は歯車の数が3枚であるが、3枚以外であってもよい。また、図の動力伝達機構101は、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aから回転軸12へ回転が同方向に伝達されるが、逆方向に伝達してもよい。

[0115] [第3の応用形態]

図34～図37はこの発明の第3の応用形態を示す。このリンク作動装置は、第1の応用形態と比べて、各姿勢制御用アクチュエータ50の配置が異なっている。すなわち、第1の応用形態では、各姿勢制御用アクチュエータ50が出力軸50aを基準にして外向きに配置されているのに対し、第3の応用形態は、各姿勢制御用アクチュエータ50が出力軸50aを基準にして内向きに配置されている。

[0116] 詳しくは、基端部材10の底面の外周縁よりも少し内径側の位置にアクチュエータ支持部材90が設けられ、このアクチュエータ支持部材90の内側面に、姿勢制御用アクチュエータ90および減速機構51が取り付けられている。姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aは外径側に延びている。基端部材10の底面の外周縁にはアクチュエータ回転支持部材95が設けられ、このアクチュエータ回転支持部材95に軸受96を介して出力軸50aが回転自在に支持されている。他は、第1の応用形態と同じである。

[0117] このように各姿勢制御用アクチュエータ50を内向きに配置すると、姿勢制御用アクチュエータ50が配置されている部分の径方向寸法が小さくなり、コンパクトな構成を実現できる。具体的には、各姿勢制御用アクチュエータ50を基端部材10の下方の範囲内に収めて、基端部材10よりも外径側に張り出さないようにすることができる。

[0118] なお、姿勢制御用アクチュエータ50を基端側のリンクハブ2の中心軸Q

Aに沿って縦向きに配置しても、径方向寸法をコンパクトにすることが可能であるが、この配置は、基端側のリンクハブ2の中心軸QAに沿う縦方向の寸法が大きくなる。これに対し、第3の応用形態の配置は、径方向の寸法および縦方向の寸法の両方をコンパクトにすることができる。

[0119] [第4の応用形態]

図38～図40はこの発明の第4の応用形態を示す。このリンク作動装置は、第3の応用形態に対して、姿勢制御用アクチュエータ50の出力軸50aが、基端側のリンクハブ2と基端側の端部リンク部材5の回転対偶の中心軸O1と、基端側のリンクハブ2の中心軸QAとが成す平面に対して、平行にオフセットして配置されている。他は、第3の応用形態と同じである。

[0120] このように姿勢制御用アクチュエータ50をオフセットして配置することで、姿勢制御用アクチュエータ50が出力軸50aの軸心方向に長くても、各姿勢制御用アクチュエータ50が互いに干渉することを避けることができる。また、姿勢制御用アクチュエータ50が配置されている部分の径方向の中心部に、配線等を通すための空間78を広くとることができる。それに伴い、基端部材10の貫通孔10aも大きくしてある。

符号の説明

- [0121] 1…パラレルリンク機構
2…基端側のリンクハブ
3…先端側のリンクハブ
4…リンク機構
5…基端側の端部リンク部材
6…先端側の端部リンク部材
7…中央リンク部材
10…基端部材
10a…貫通孔
11…回転支持部材
30…湾曲部

- 3 1 A, 3 1 B…回転連結部
- 3 1 a, 3 1 b…回転連結体
- 5 0…姿勢制御用アクチュエータ
- 5 0 a…回転出力軸
- 5 1…減速機構
- 5 1 a…減速機構の入力軸
- 5 1 b…減速機構の出力軸
- 9 2, 9 3…タイミングプーリ
- 9 4…タイミングベルト
- O 1…基端側のリンクハブと基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸
- P A…基端側の球面リンク中心
- Q A…基端側のリンクハブの中心軸

請求の範囲

[請求項1]

基端側のリンクハブと、
先端側のリンクハブと、
前記基端側のリンクハブに対して前記先端側のリンクハブを姿勢変更可能に連結する少なくとも3組のリンク機構であって、
各リンク機構が、
前記基端側のリンクハブに一端が回転可能に連結された基端側端部リンク部材と、
前記先端側のリンクハブに一端が回転可能に連結された先端側端部リンク部材と、
前記基端側端部リンク部材の他端および前記先端側端部リンク部材の他端に両端がそれぞれ回転可能に連結された中央リンク部材と、
を有する少なくとも3組のリンク機構と、
前記少なくとも3組のリンク機構のうちの2組以上のリンク機構に設けられ、前記基端側のリンクハブに対する前記先端側のリンクハブの姿勢を任意に変更させる姿勢制御用アクチュエータと、
対応する前記姿勢制御用アクチュエータの回転動力を減速して前記基端側の端部リンク部材に伝達する減速機構と、
を備えるリンク作動装置であって、
前記基端側の端部リンク部材は、任意の角度に湾曲した湾曲部と、この湾曲部の一端に設けられ互いに間隔を開けて並ぶ一対の回転連結体からなる回転連結部とを有し、
前記減速機構は、入力軸と出力軸とが同一軸上にあり、前記一対の回転連結体の間に、前記入力軸および前記出力軸の各軸心を前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と一致させて配置され、
前記減速機構の前記出力軸が、前記一対の回転連結体のうちの一方の回転連結体に固定され、かつ、前記減速機構の前記入力軸が、前記

一对の回転連結体のうちの他方の回転連結体に回転自在に支持されている、

リンク作動装置。

[請求項2] 請求項1に記載のリンク作動装置において、前記姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸と前記減速機構の前記入力軸とが互いに直交するように、前記姿勢制御用アクチュエータが設けられているリンク作動装置。

[請求項3] 請求項2に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と、前記基端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸とが、基端側球面リンク中心において交差し、

前記基端側球面リンク中心を通り前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線である基端側のリンクハブの中心軸と、前記姿勢制御用アクチュエータの回転出力軸とが平行であるリンク作動装置。

[請求項4] 請求項1に記載のリンク作動装置において、前記姿勢制御用アクチュエータの前記回転出力軸と前記減速機構の前記入力軸とが互いに平行となるように、前記姿勢制御用アクチュエータが設けられているリンク作動装置。

[請求項5] 請求項4に記載のリンク作動装置において、前記姿勢制御用アクチュエータの前記回転出力軸に取り付けられたプーリと、前記減速機構の前記入力軸に取り付けられたプーリとに、動力伝達用のベルトが掛けられているリンク作動装置。

[請求項6] 請求項1から5のいずれか一項に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブは、前記各リンク機構を支持する基端部材を有し、

前記基端部材に対して、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸と、前記姿勢制御用アクチュエータ

の出力軸とが互いに反対側に配置されているリンク作動装置。

[請求項7] 請求項6に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブは、前記基端部材から先端側に突出して設けられ前記各基端側の端部リンク部材をそれぞれ回転自在に支持する複数の回転支持部材を有し、

前記姿勢制御用アクチュエータの前記出力軸は、前記基端部材における前記複数の回転支持部材の並び面と平行であるリンク作動装置。

[請求項8] 請求項6または7に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブは、前記基端部材から先端側に突出して設けられ前記各基端側の端部リンク部材をそれぞれ回転自在に支持する複数の回転支持部材を有し、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸は、前記基端部材における前記複数の回転支持部材の並び面と平行であるリンク作動装置。

[請求項9] 請求項6から8のいずれか一項に記載のリンク作動装置において、前記基端部材は、前記複数の回転支持部材の並びの中央部に貫通孔を有するリンク作動装置。

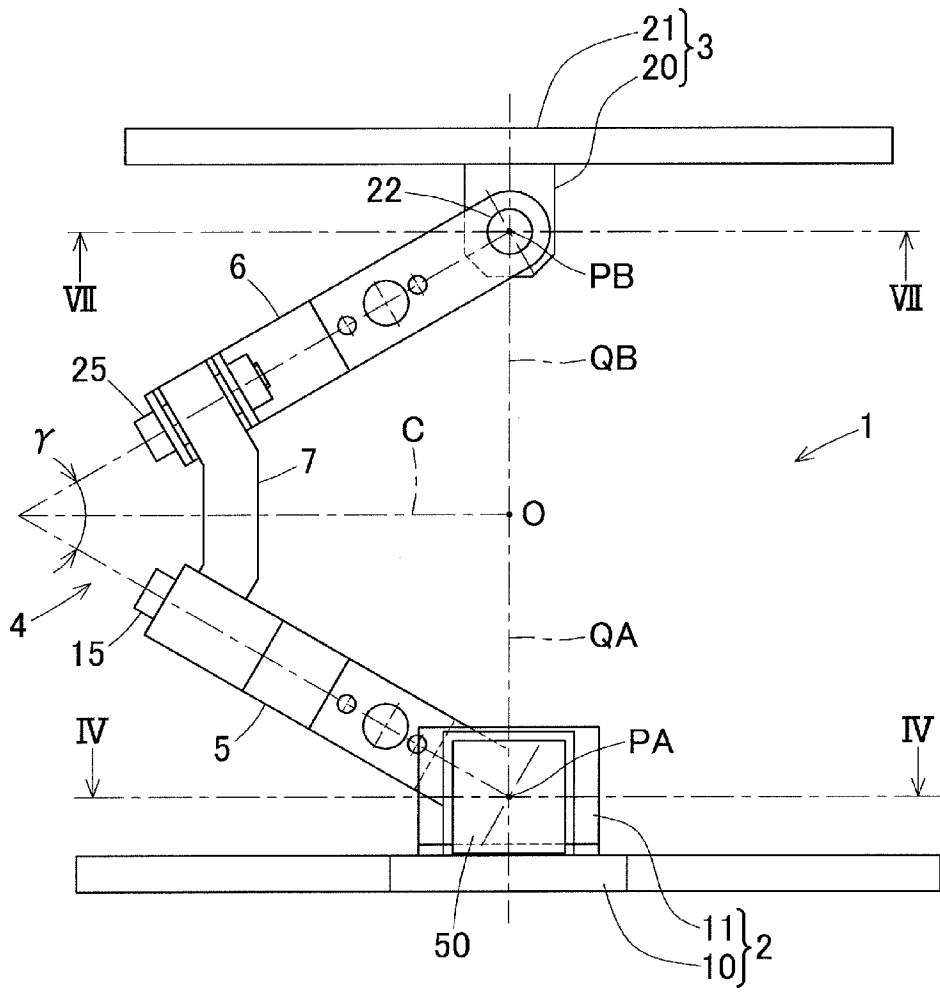
[請求項10] 請求項6から9のいずれか一項に記載のリンク作動装置において、前記姿勢制御用アクチュエータが、その出力軸を基準にして内向きに配置されているリンク作動装置。

[請求項11] 請求項10に記載のリンク作動装置において、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と、前記基端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸とが、基端側球面リンク中心において交差し、

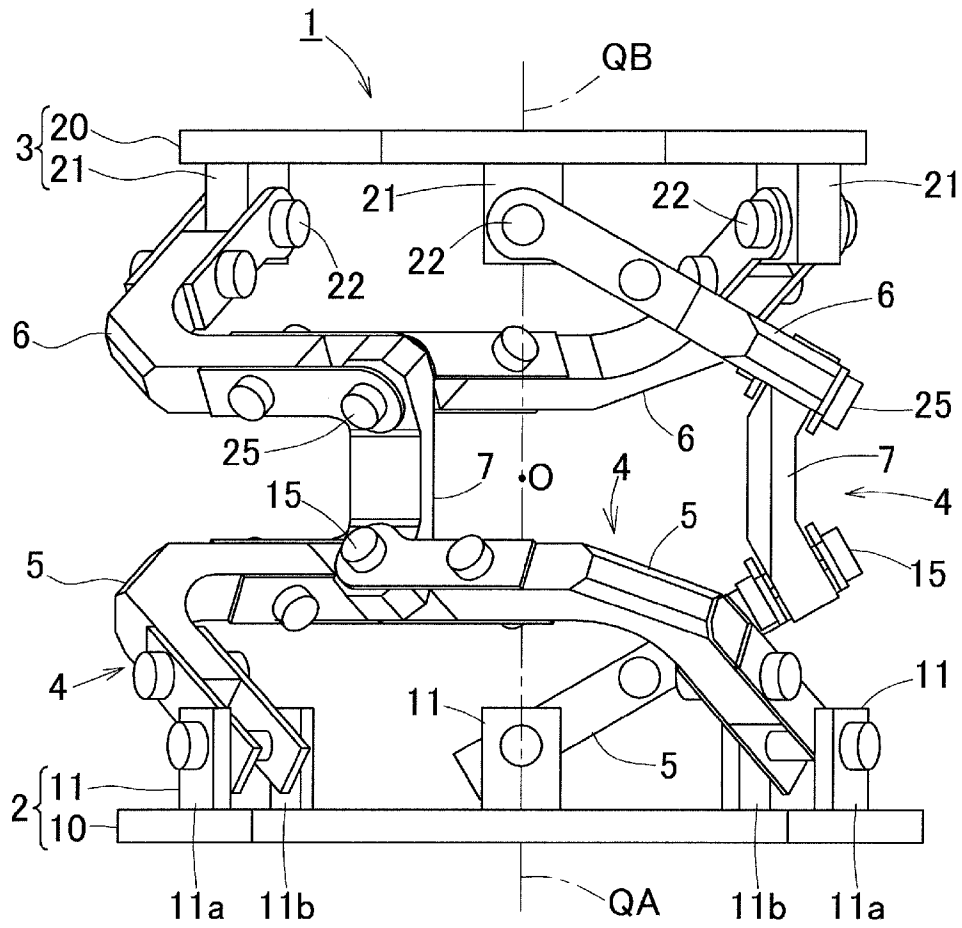
前記基端側の球面リンク中心を通り前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線である基端側のリンクハブの中心軸と、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の回転対偶の中心軸とが成す平面に対して、前記姿勢制御用アクチュエータの前記出力軸が平行にオフセットして

配置されているリンク作動装置。

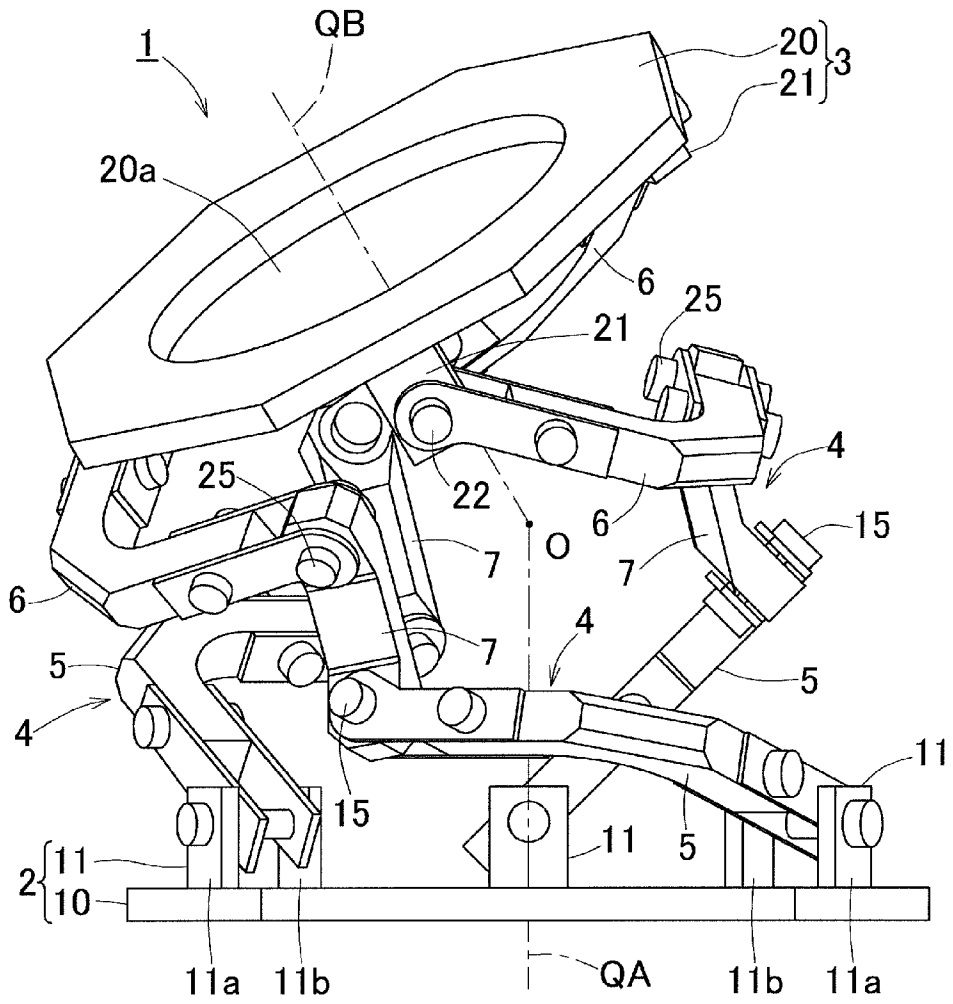
[図1]



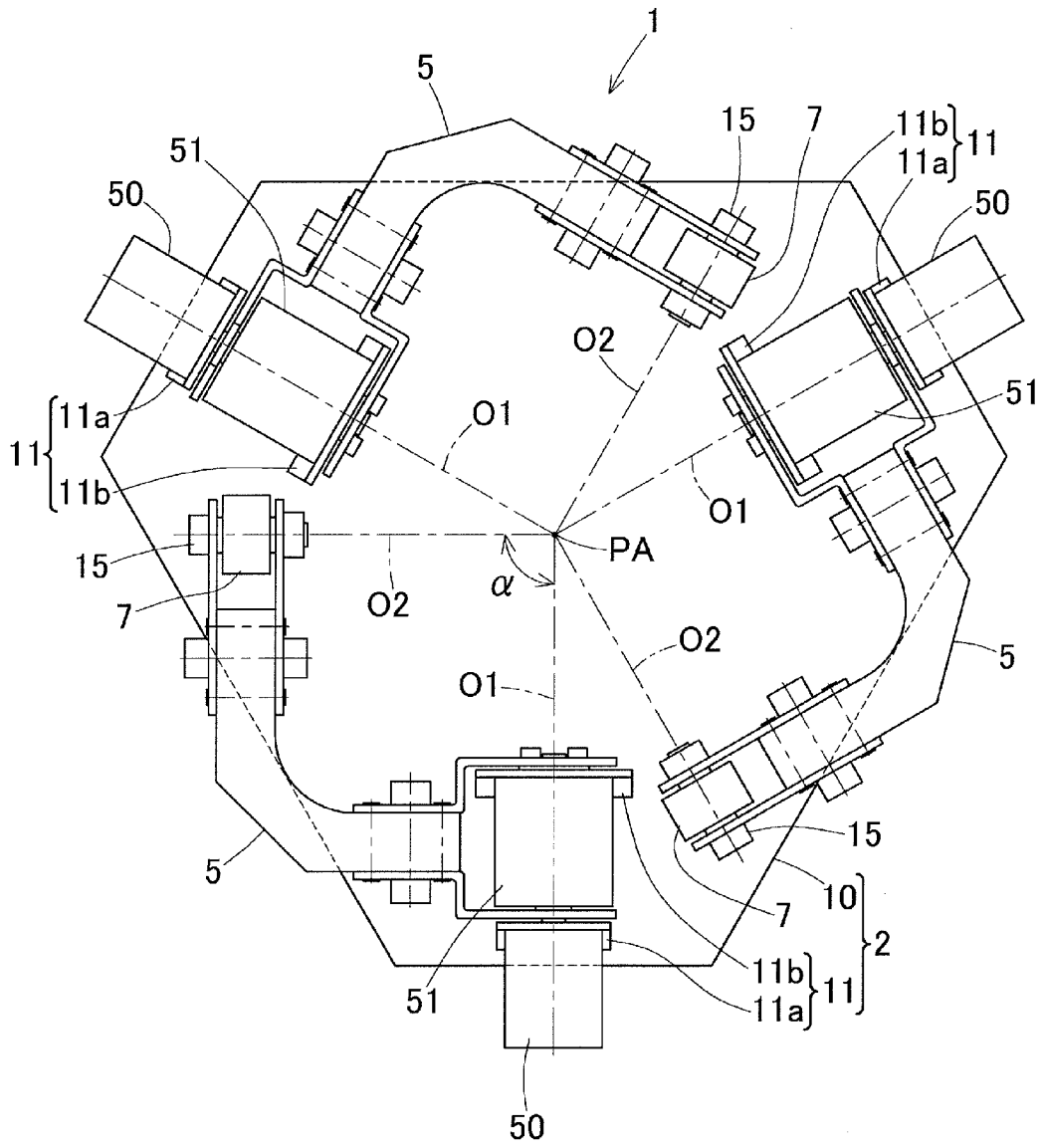
[図2]



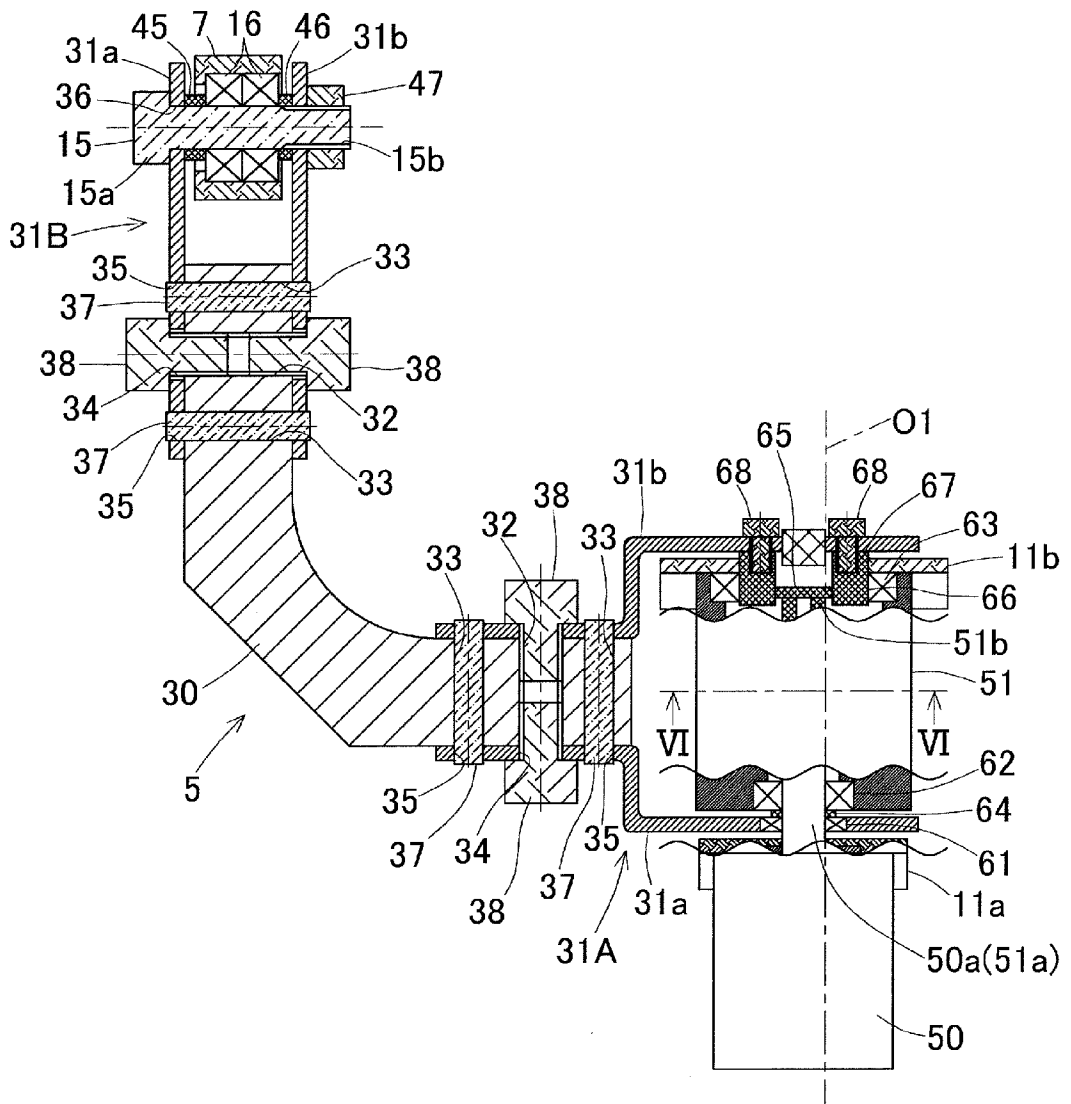
[図3]



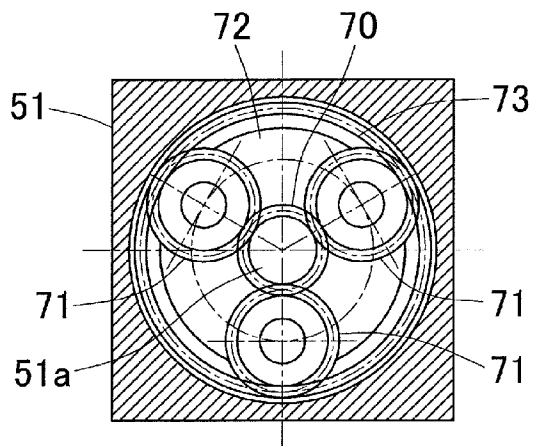
[図4]



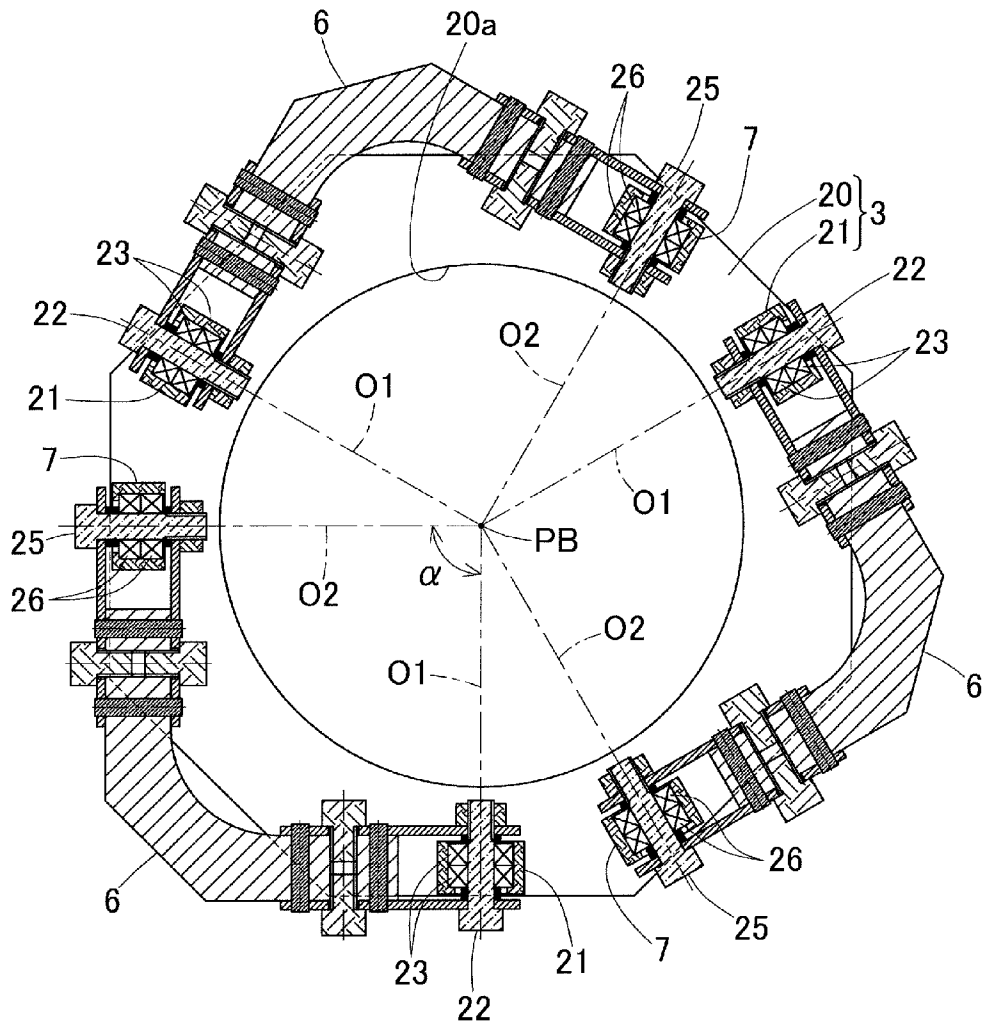
[図5]



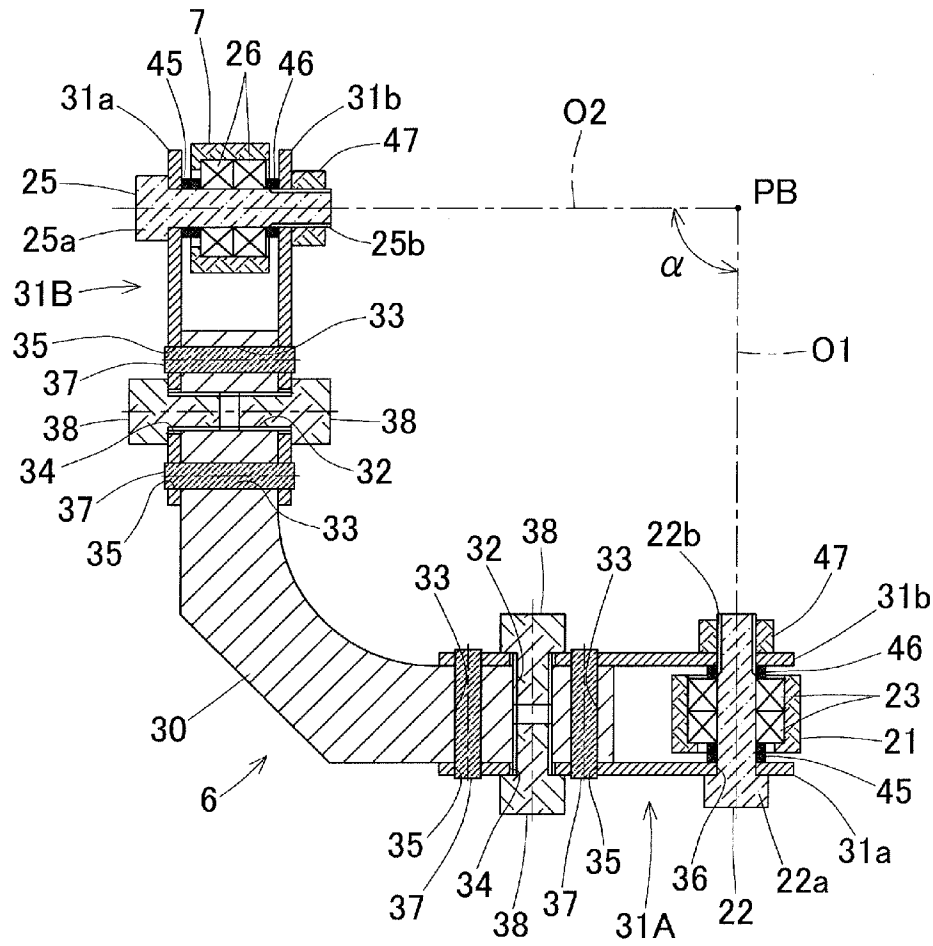
[図6]



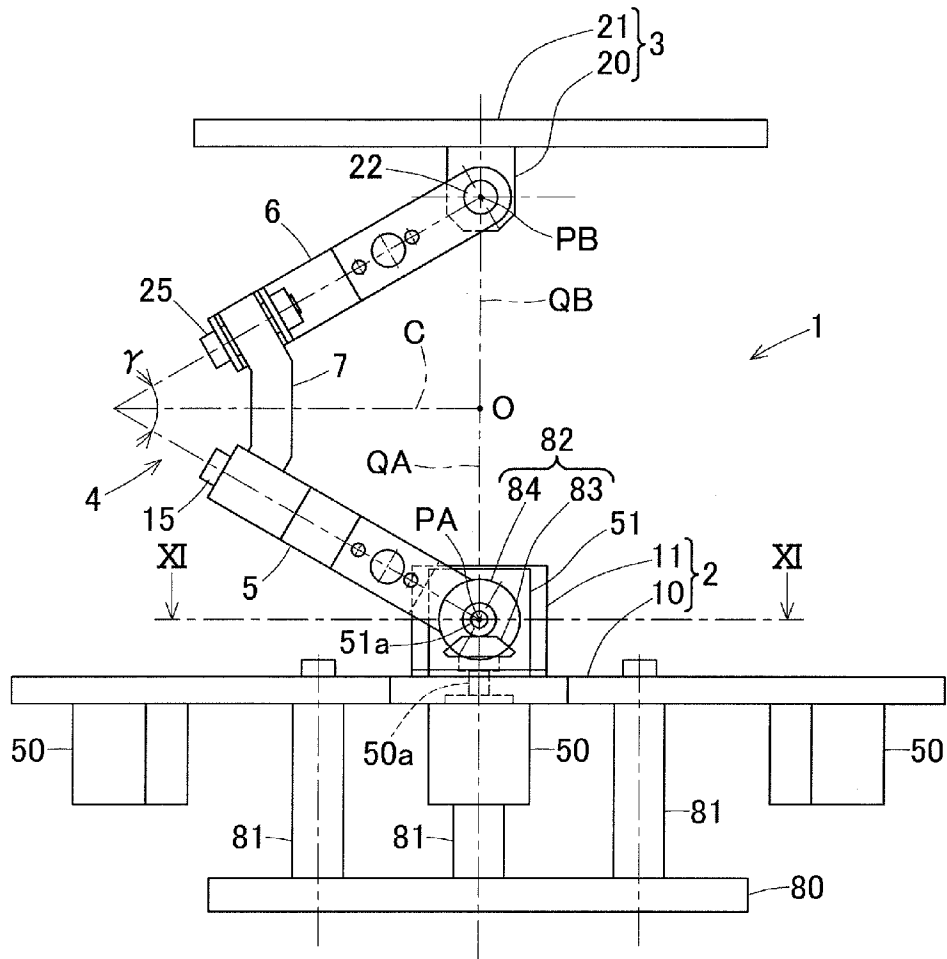
[図7]



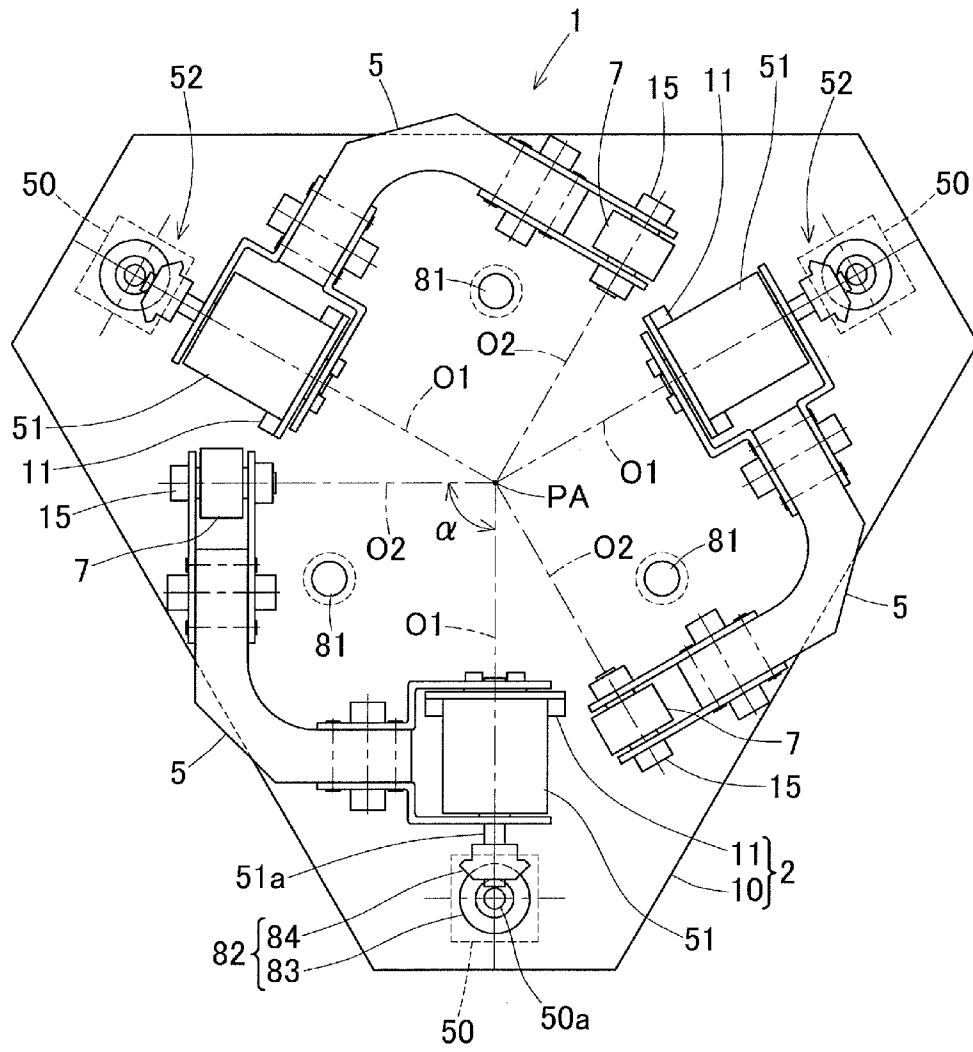
[図8]



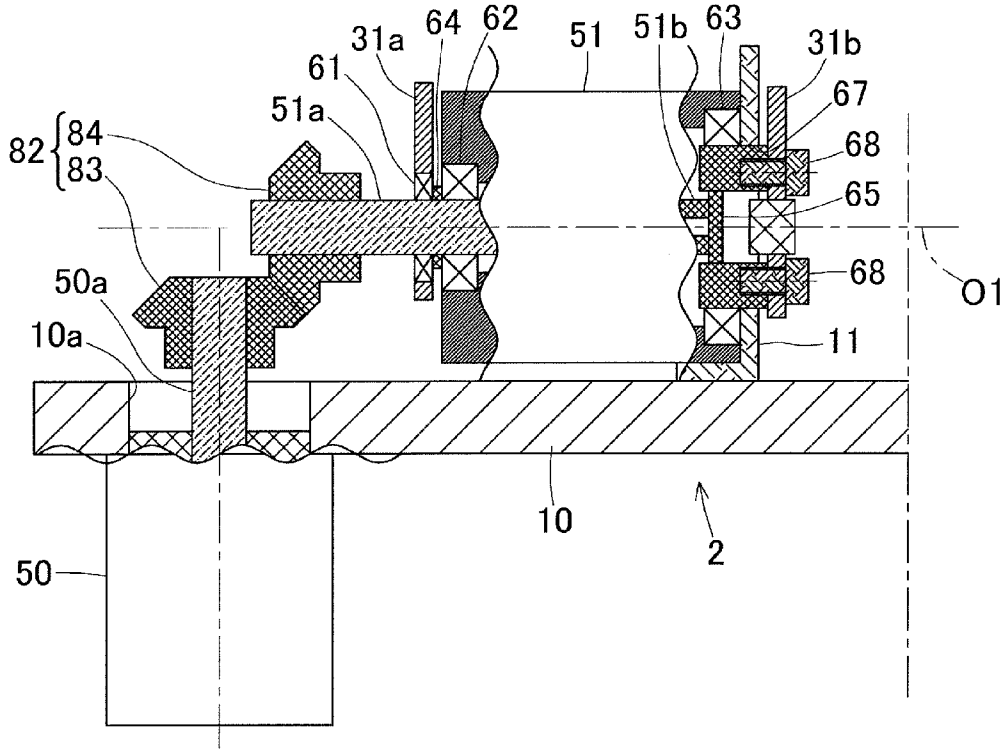
[図10]



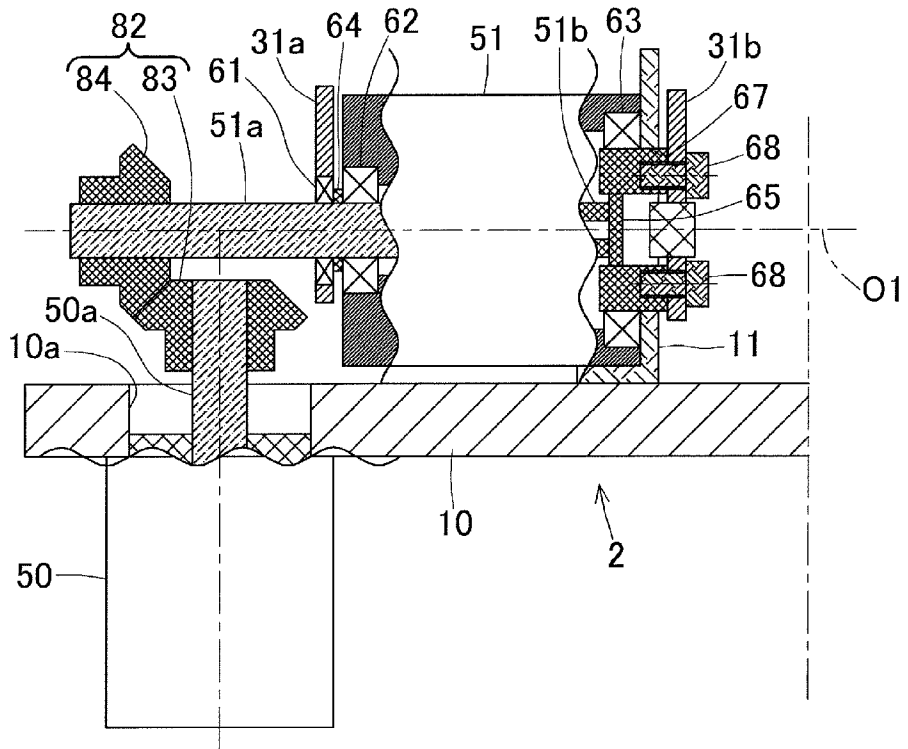
[図11]



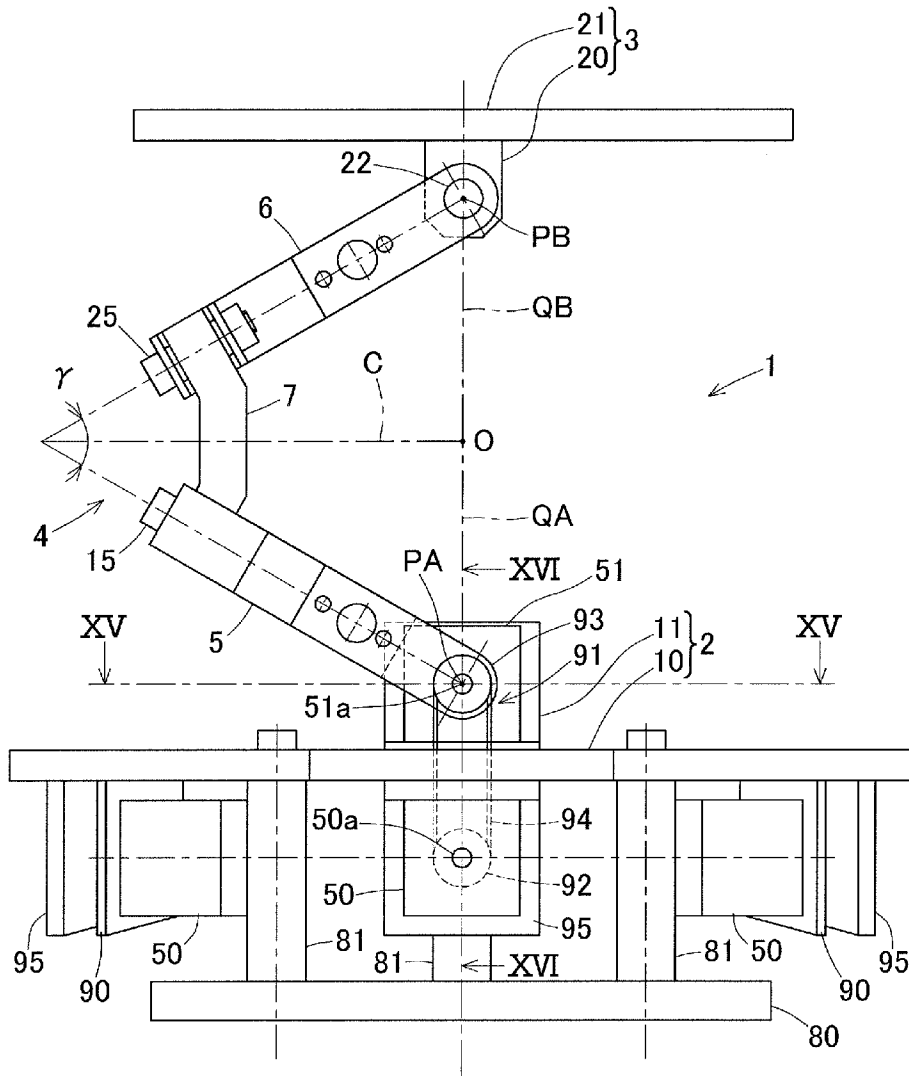
[図12]



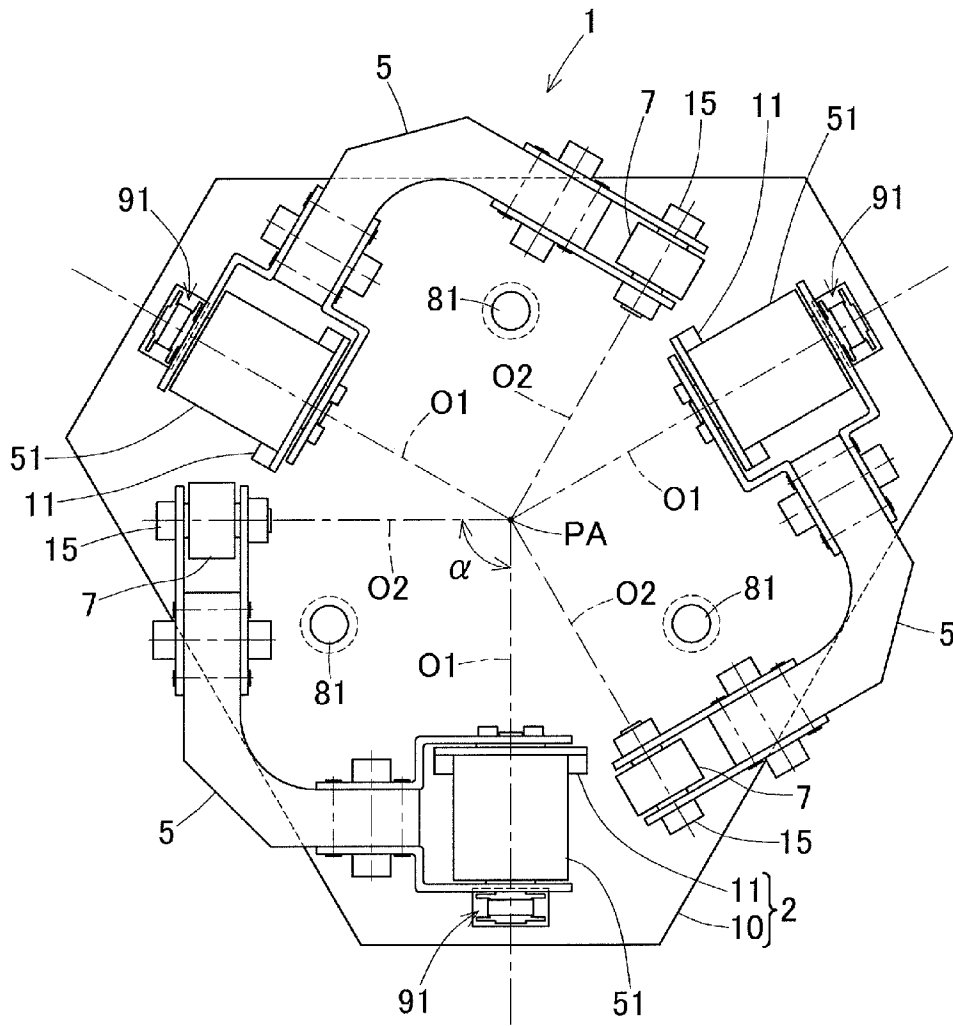
[図13]



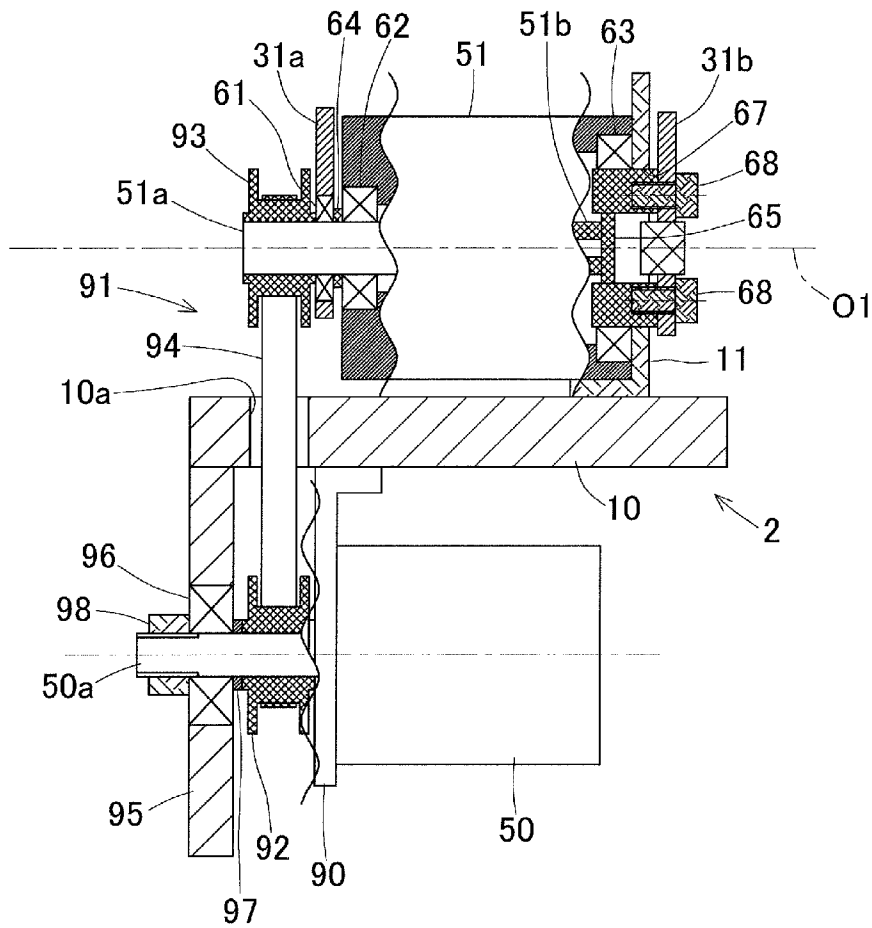
[図14]



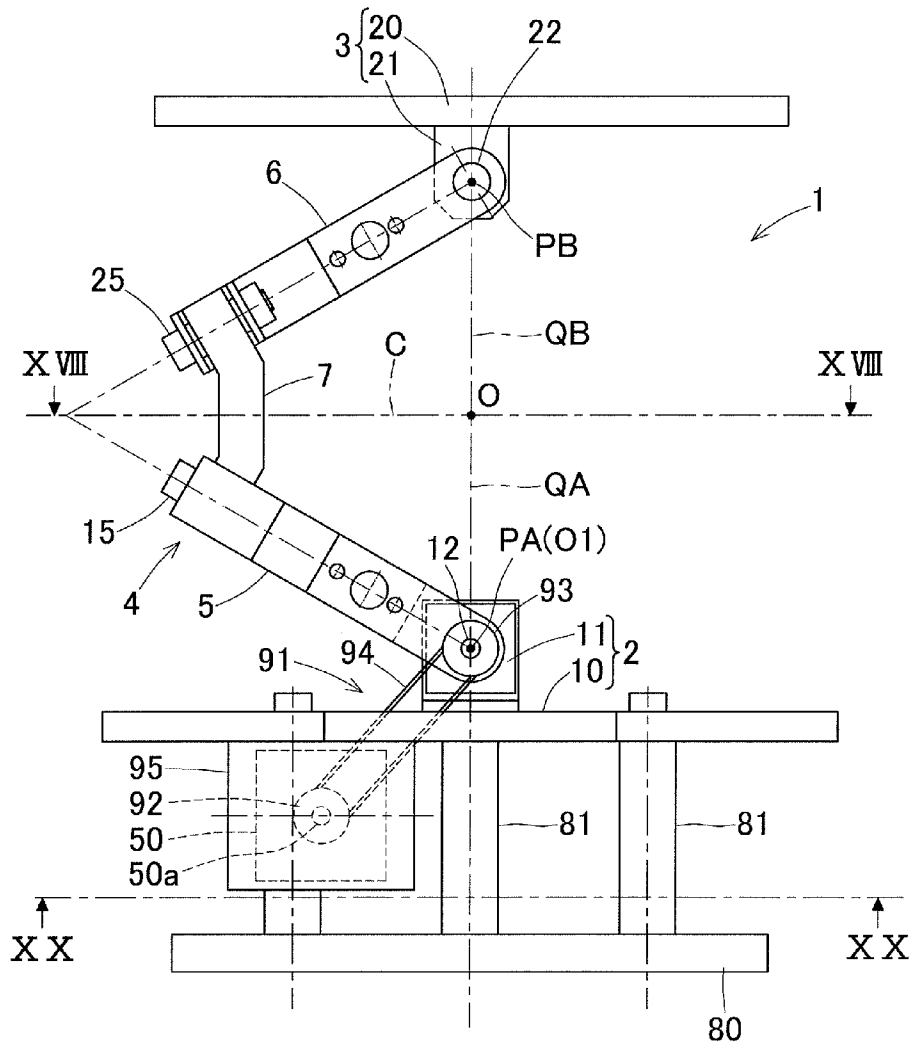
[図15]



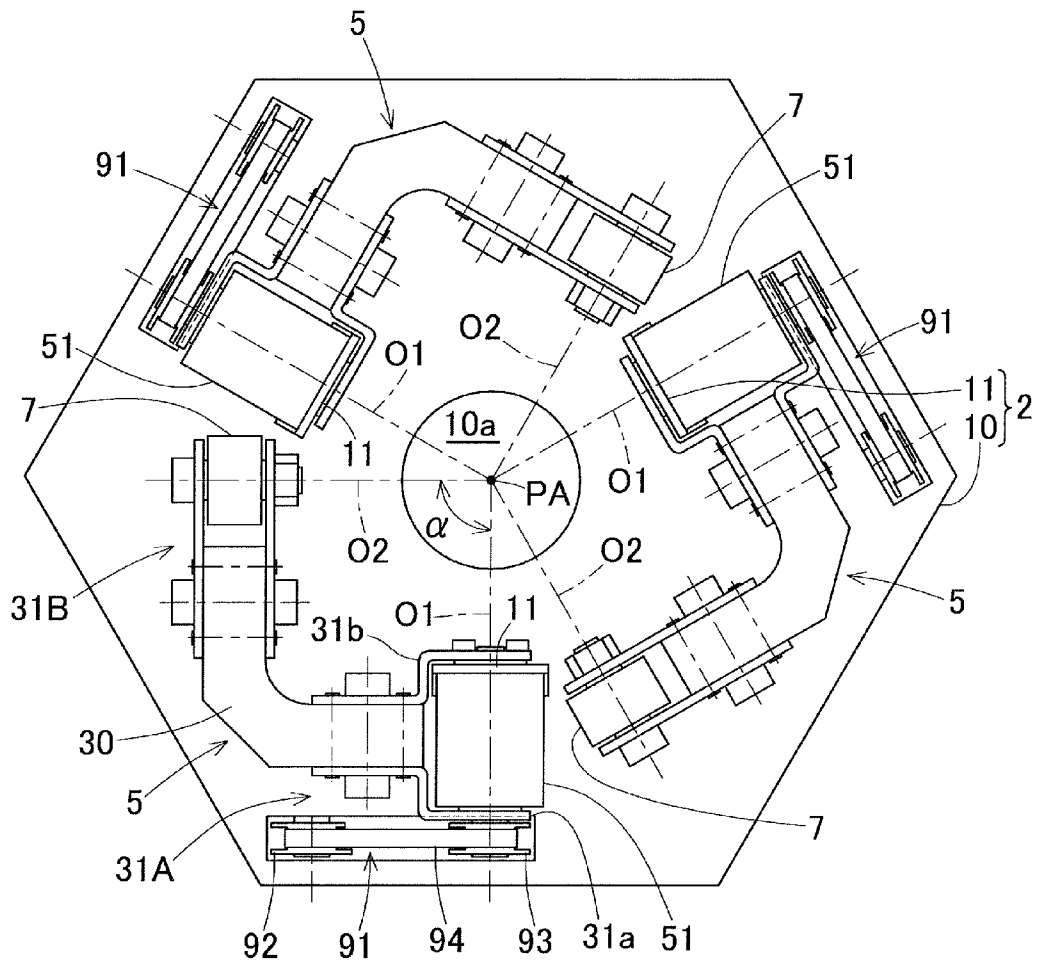
[図16]



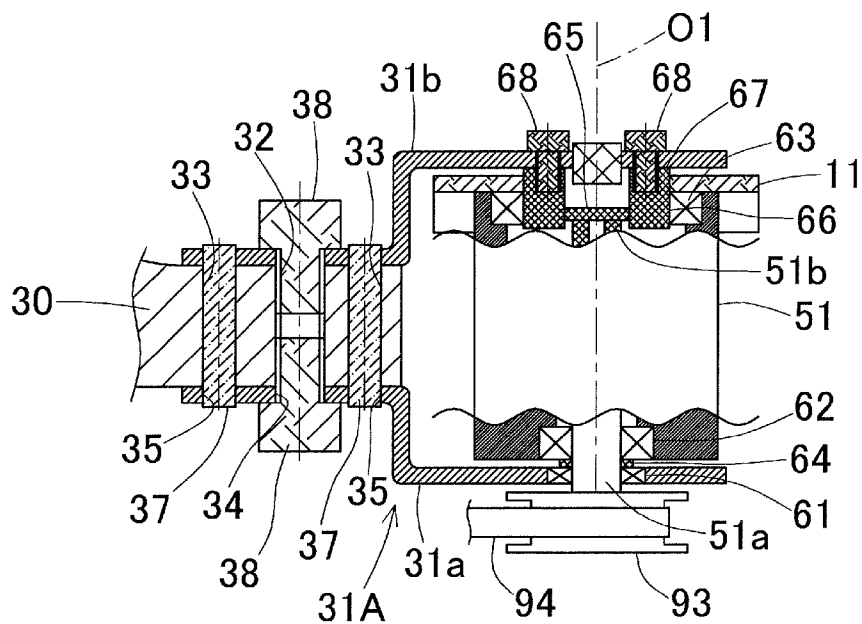
[図17]



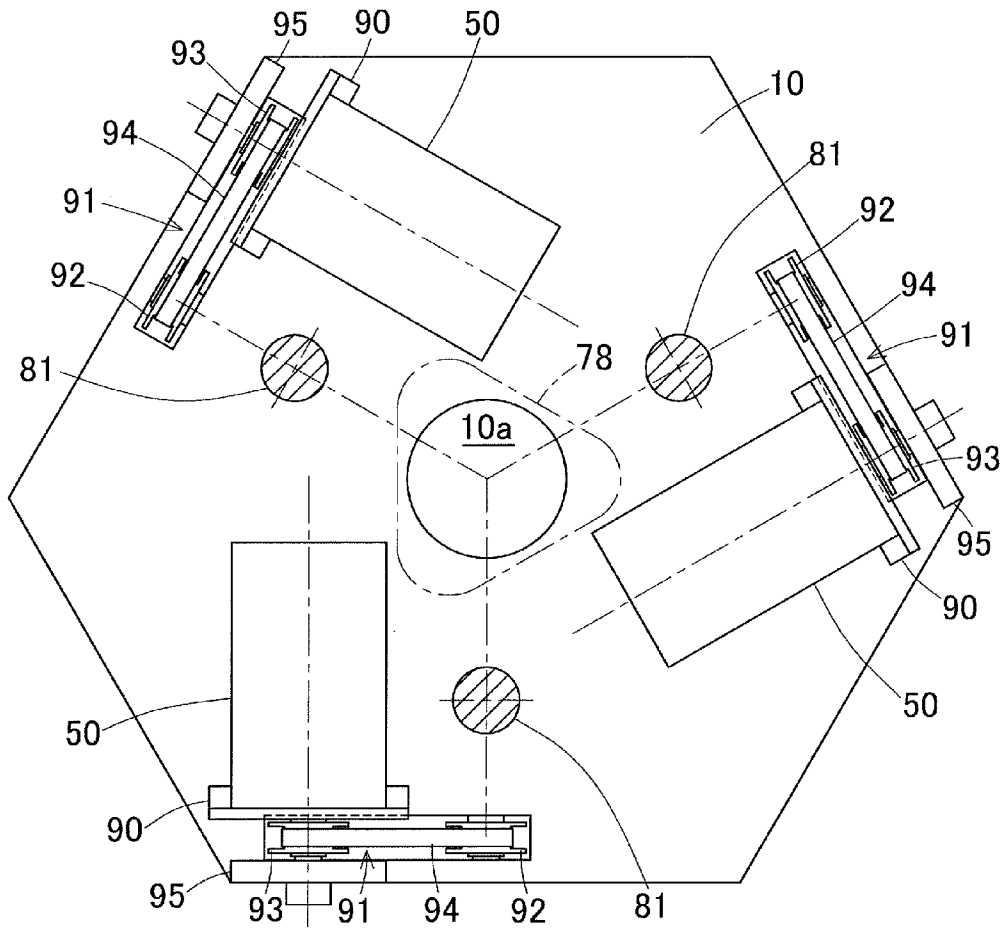
[図18]



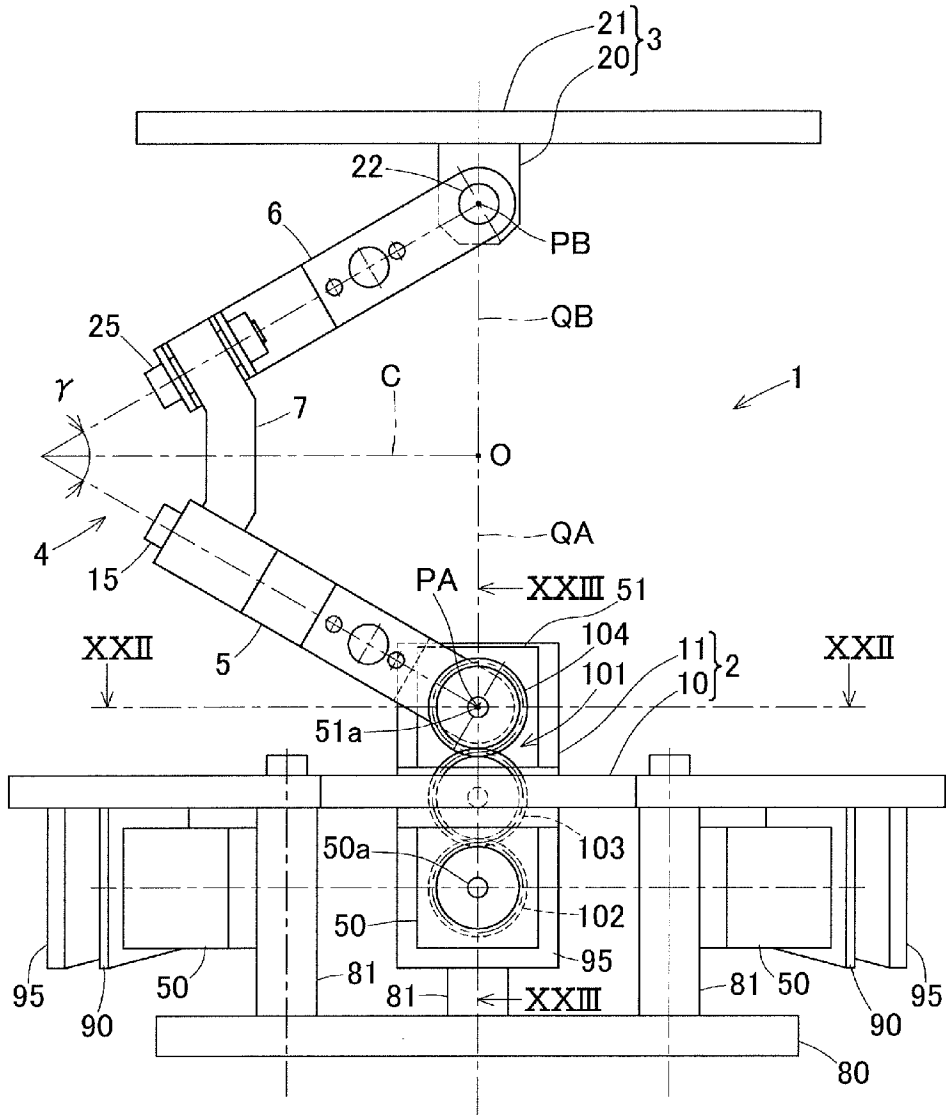
[図19]



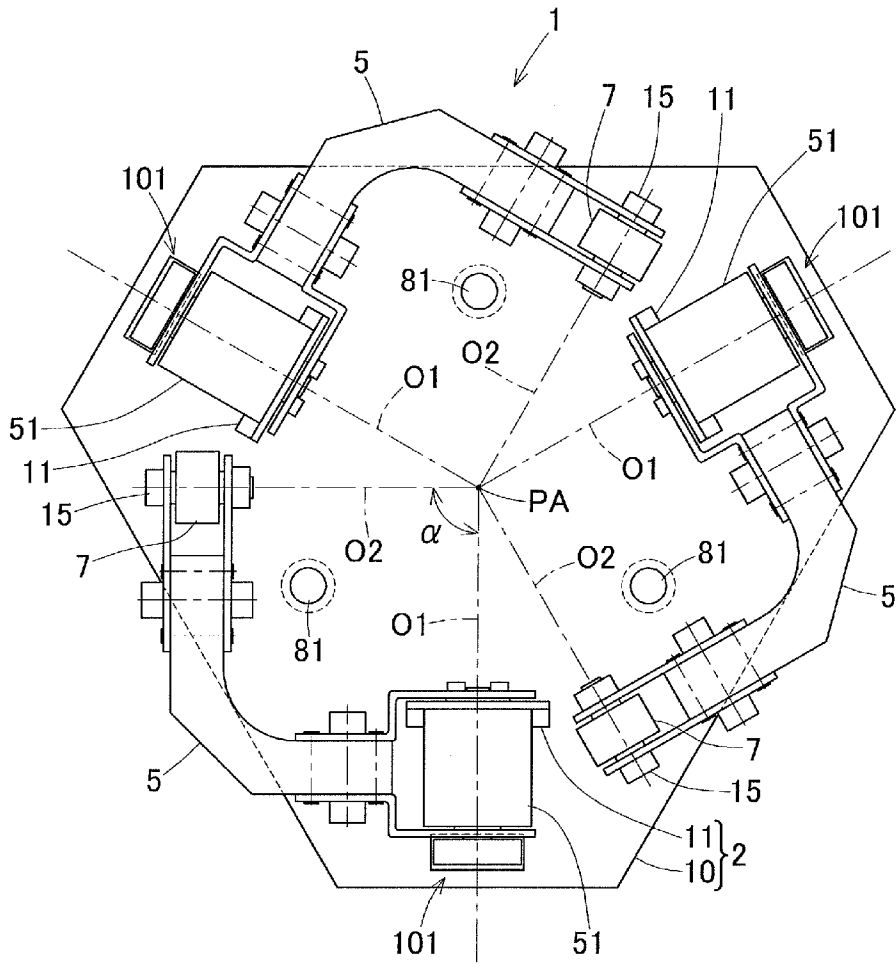
[図20]



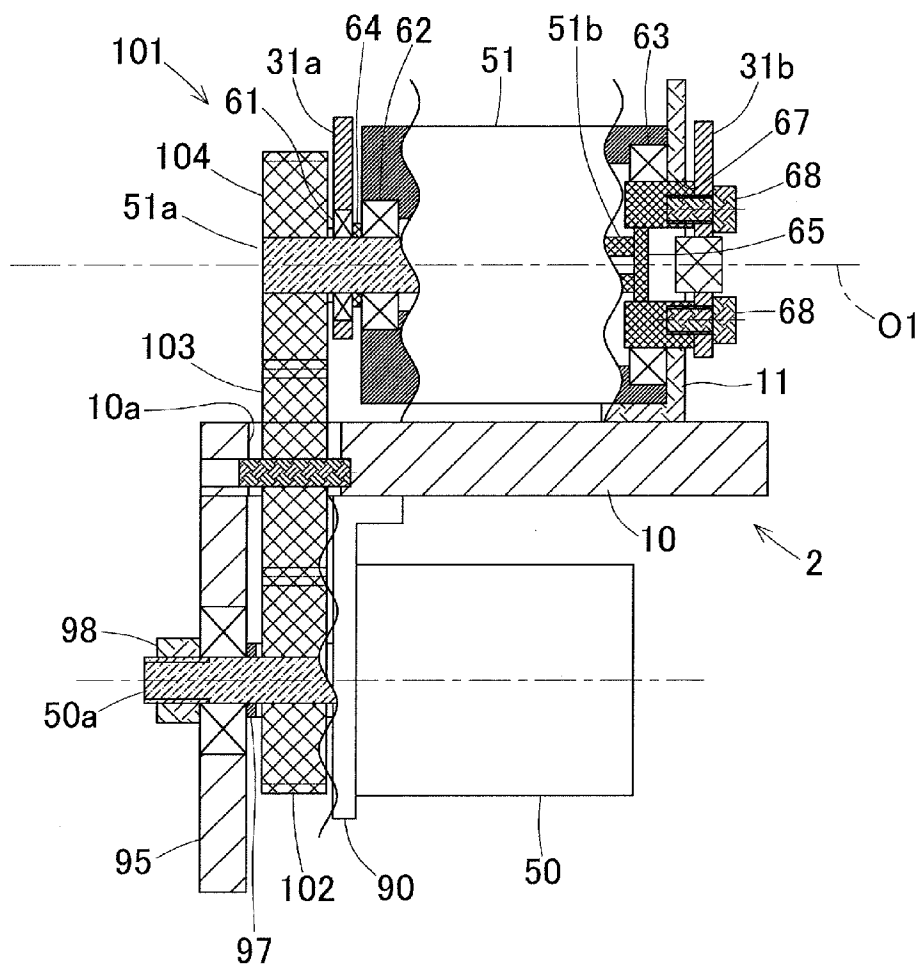
[図21]



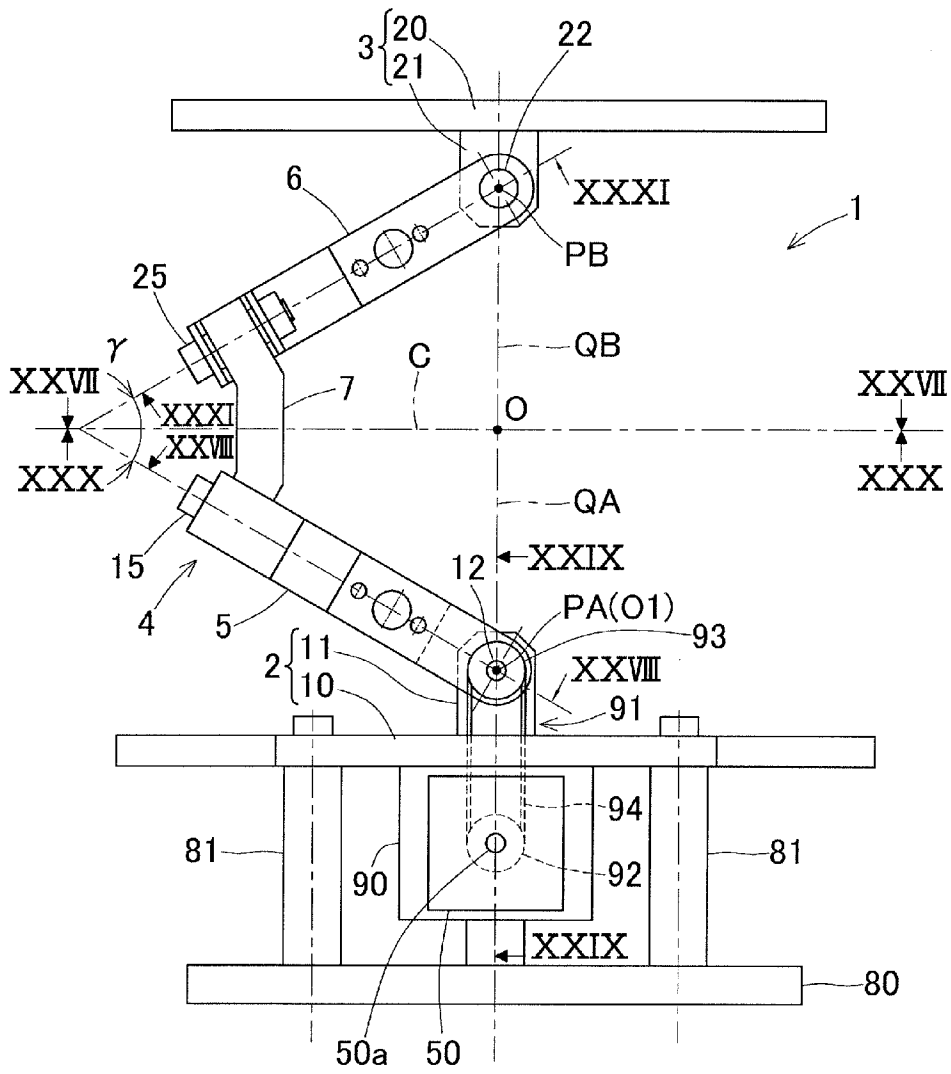
[図22]



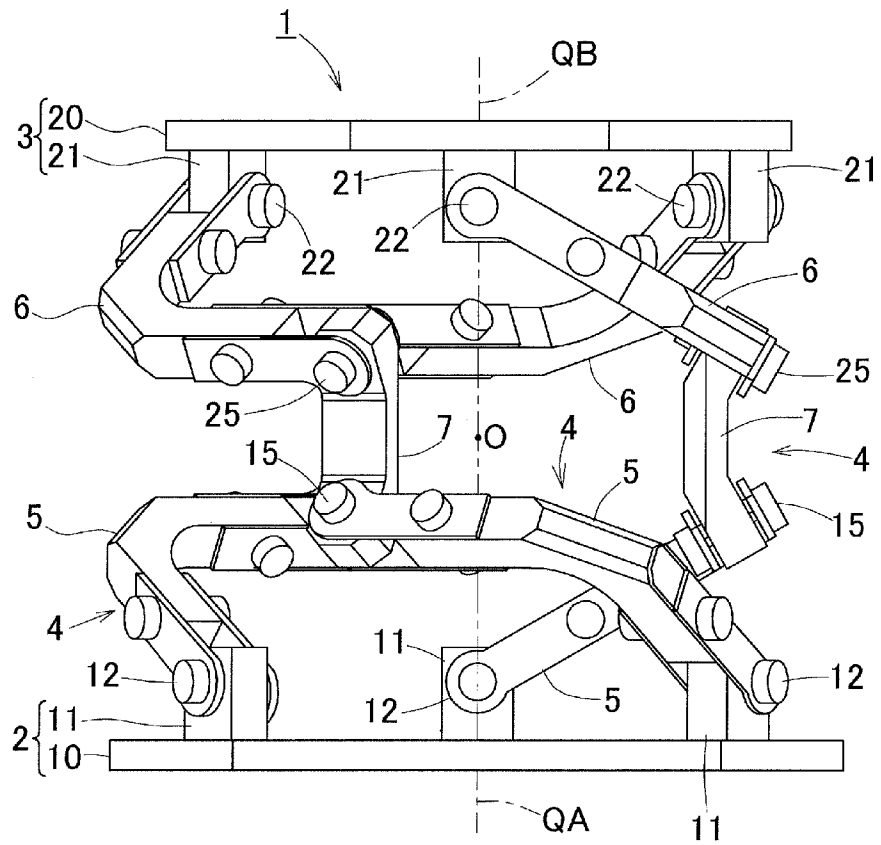
[図23]



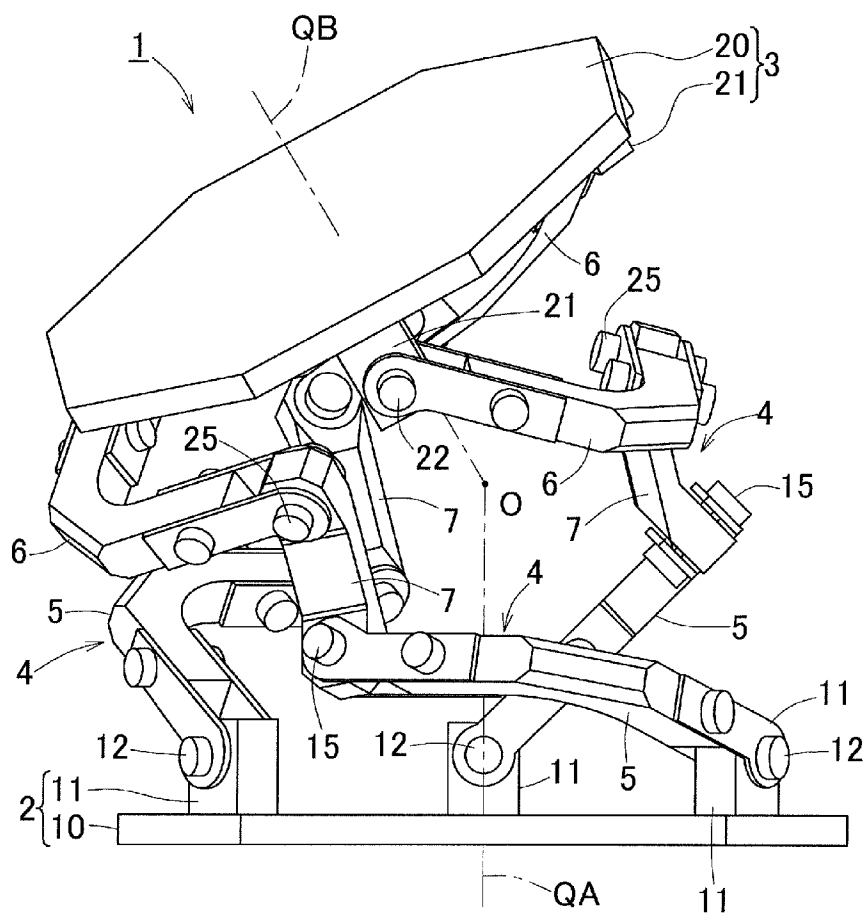
[図24]



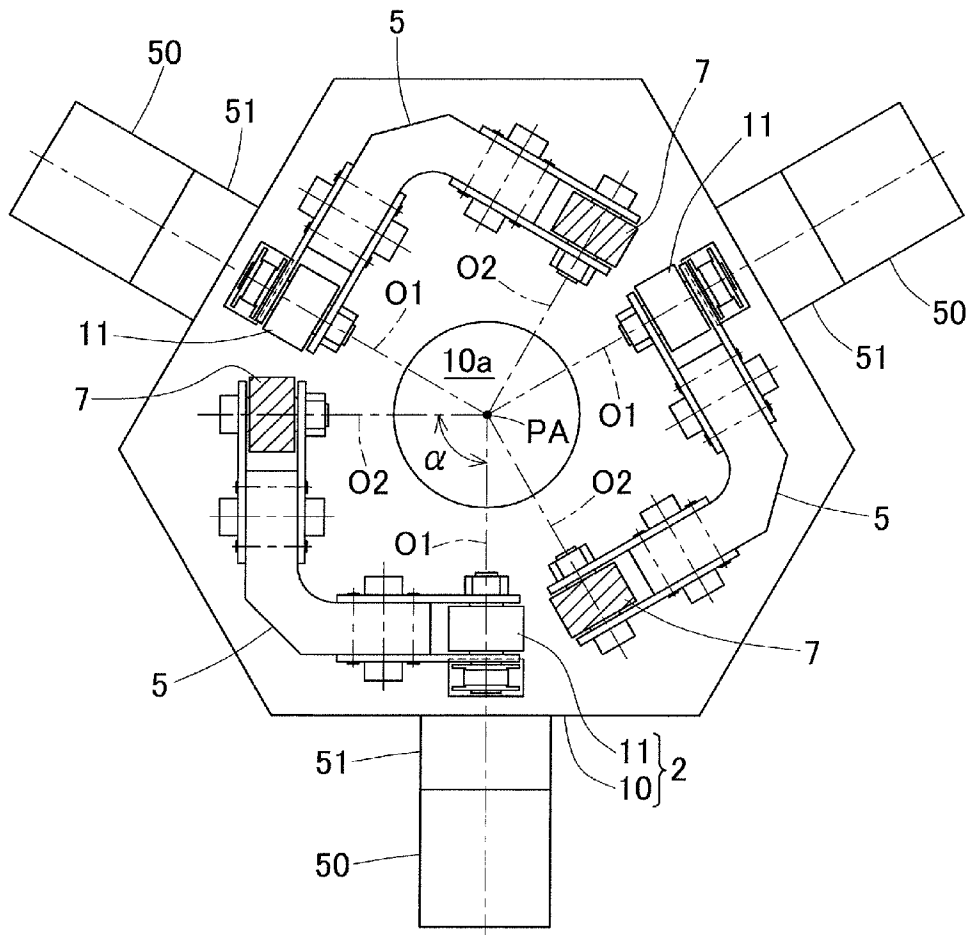
[図25]



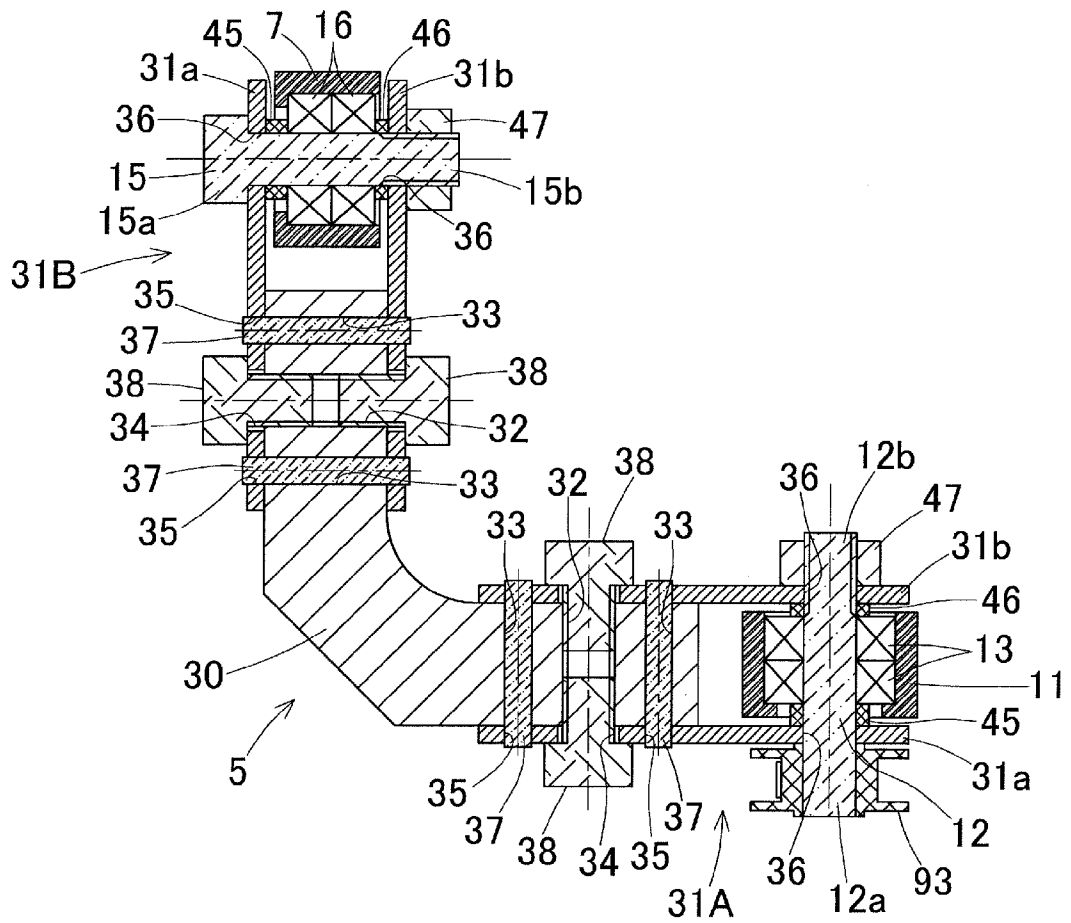
[図26]



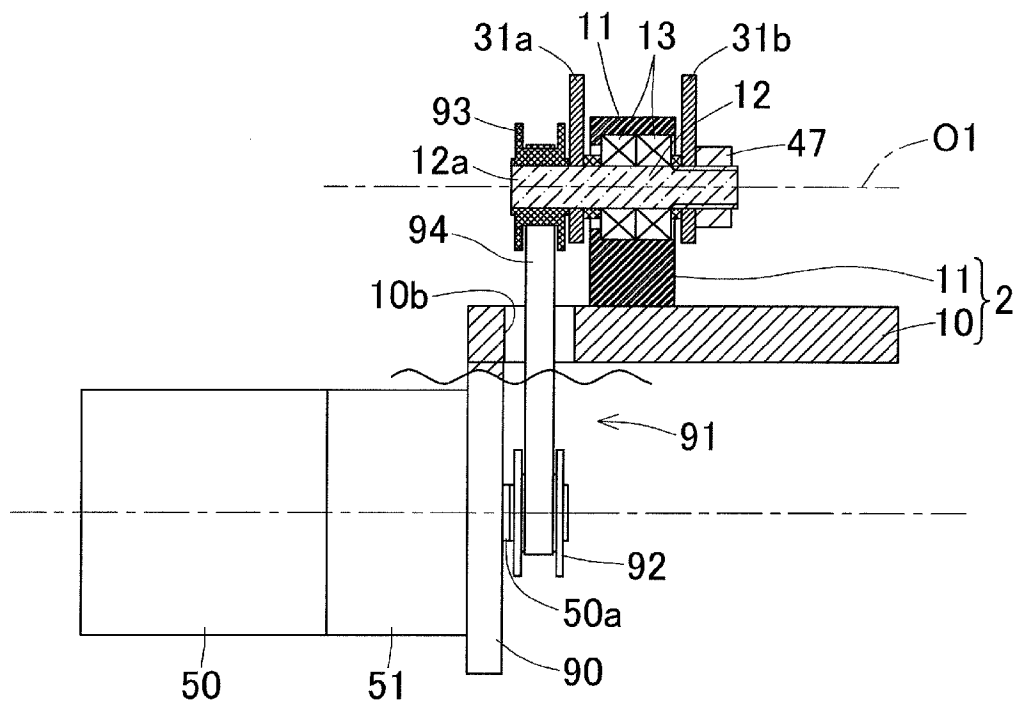
[図27]



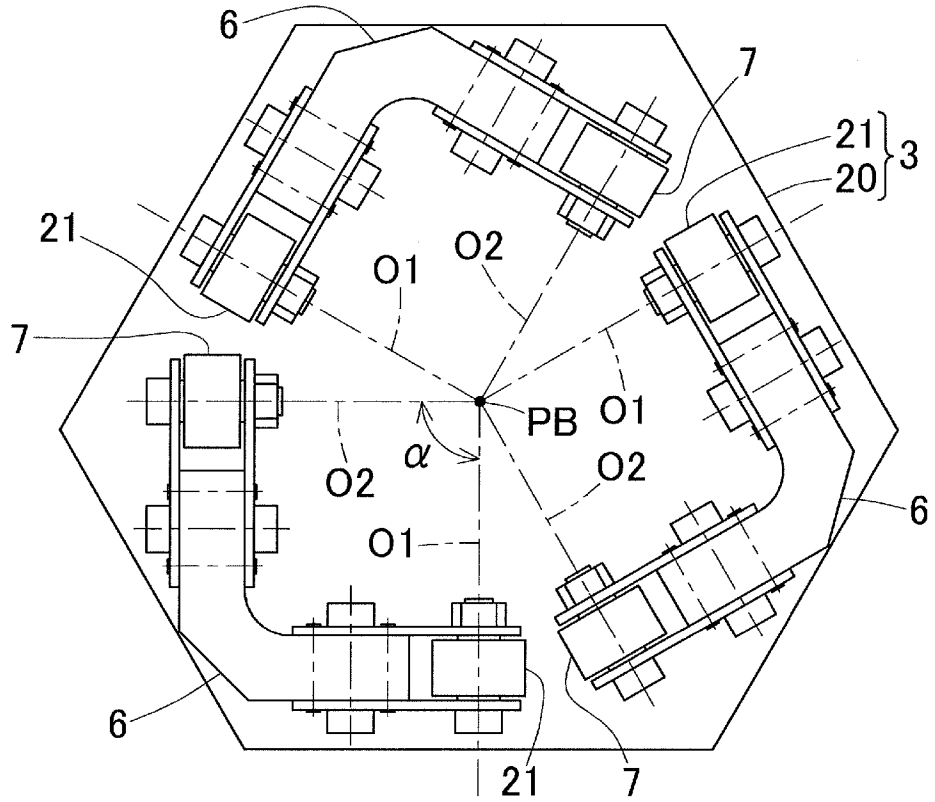
[図28]



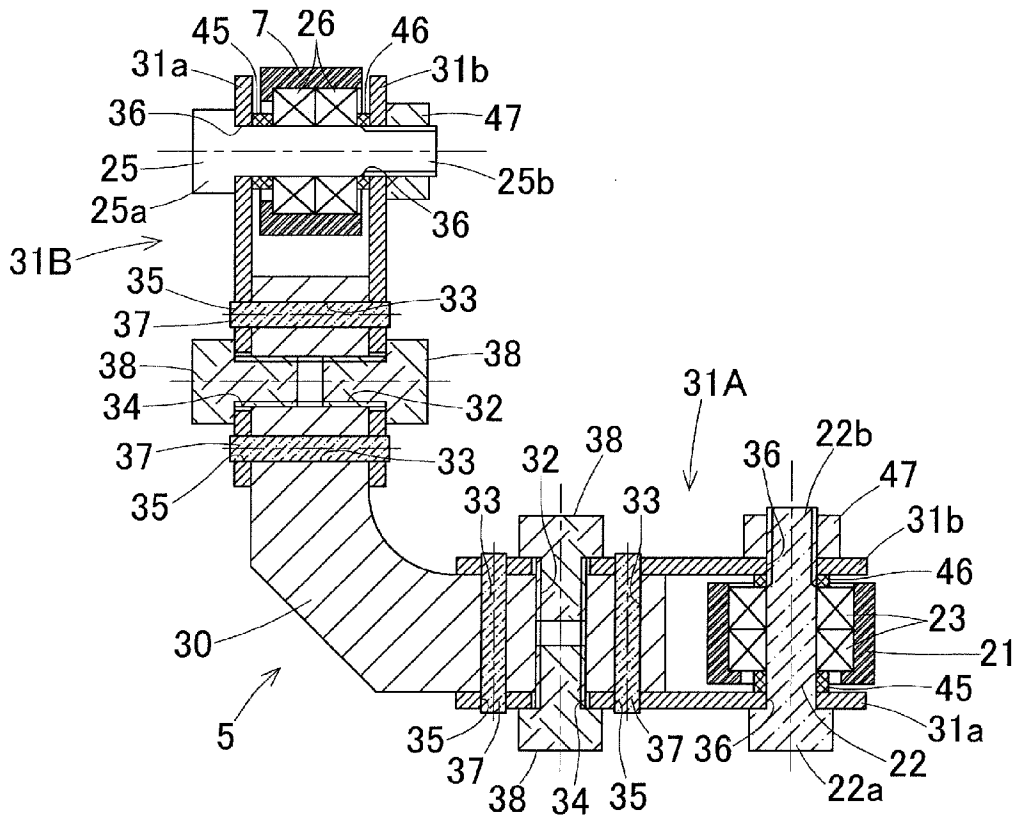
[図29]



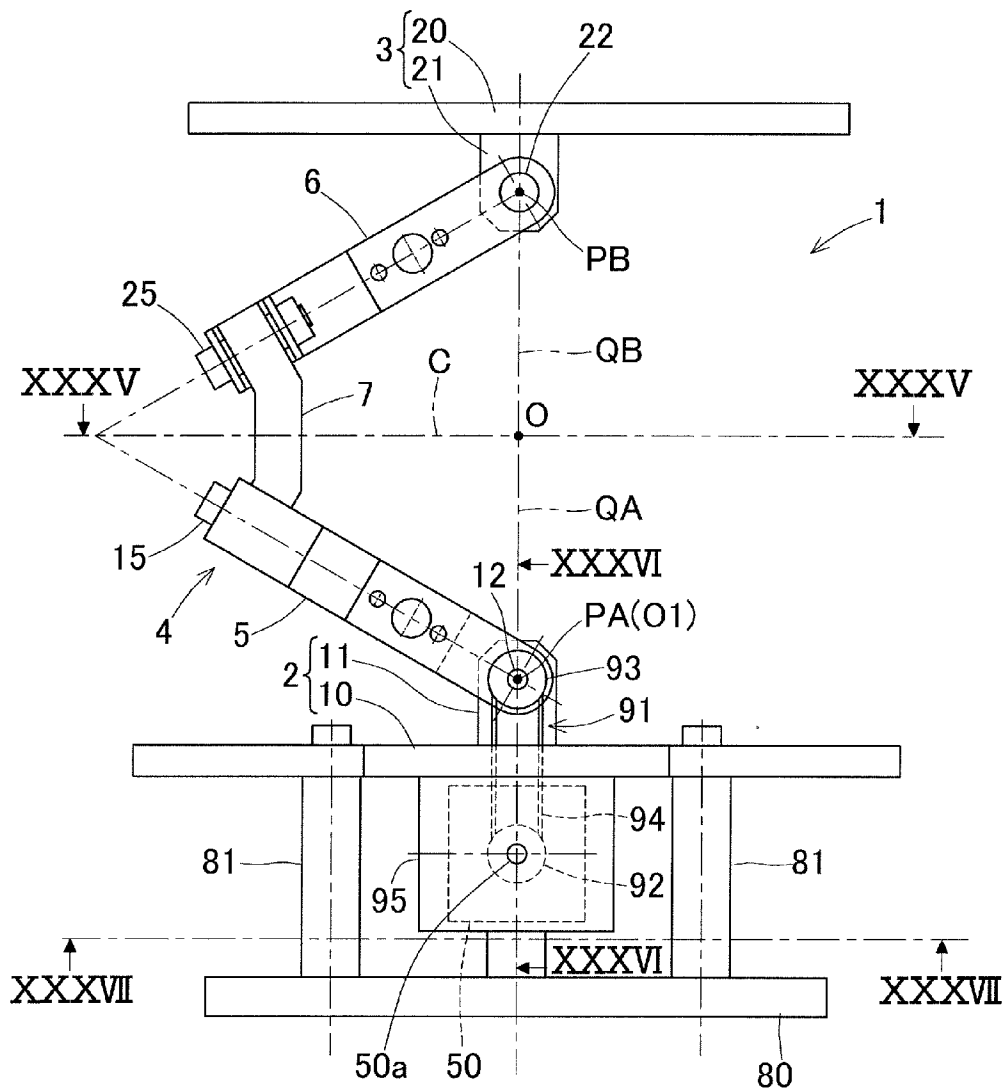
[図30]



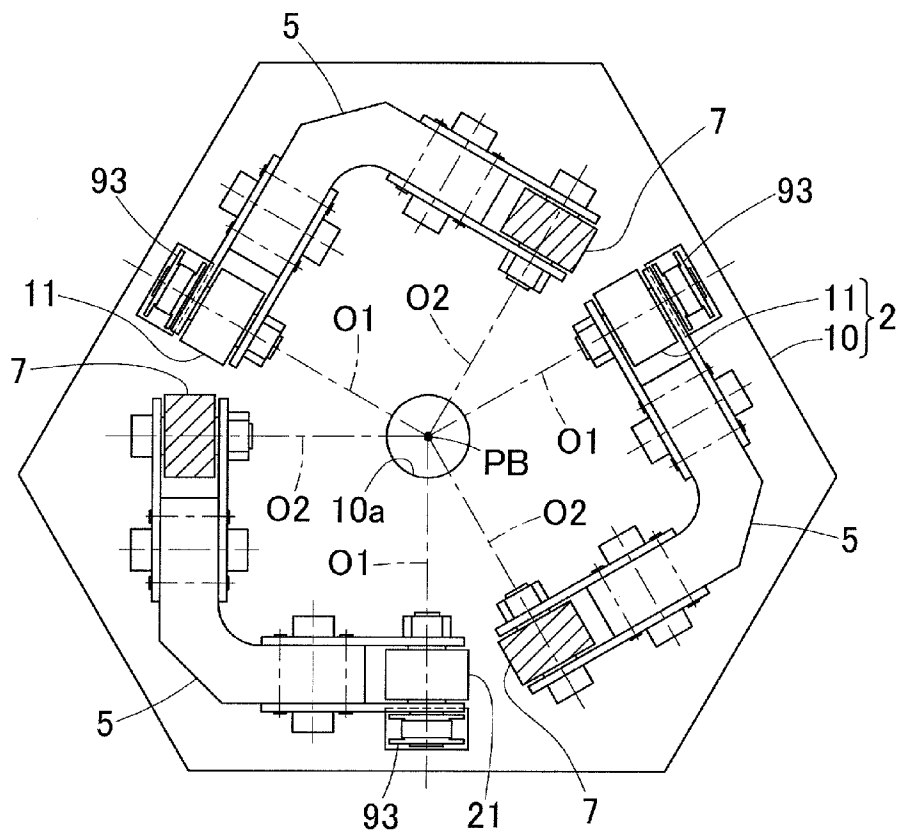
[図31]



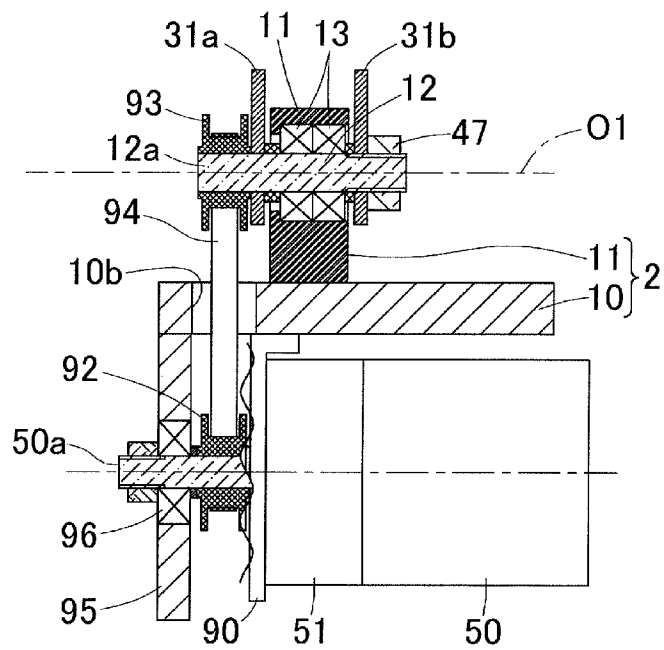
[図34]



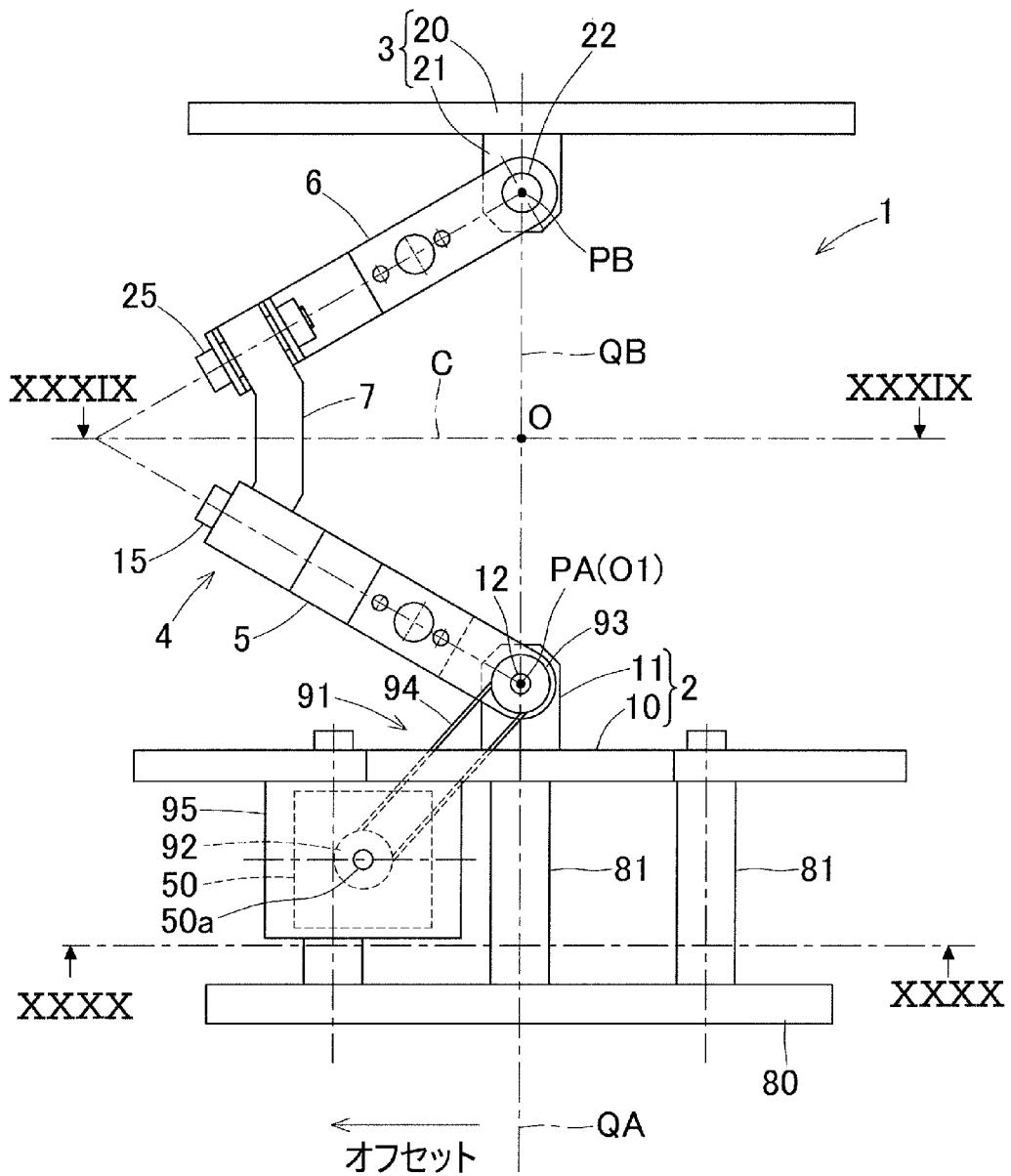
[図35]



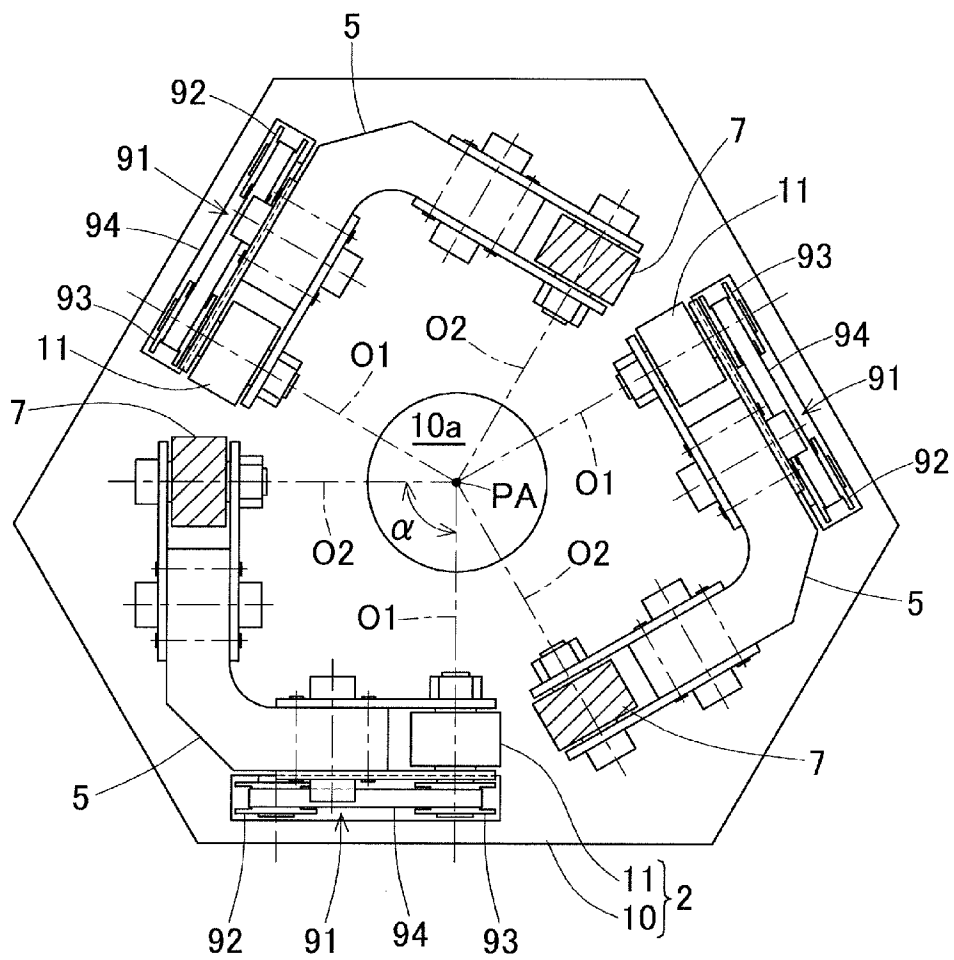
[図36]



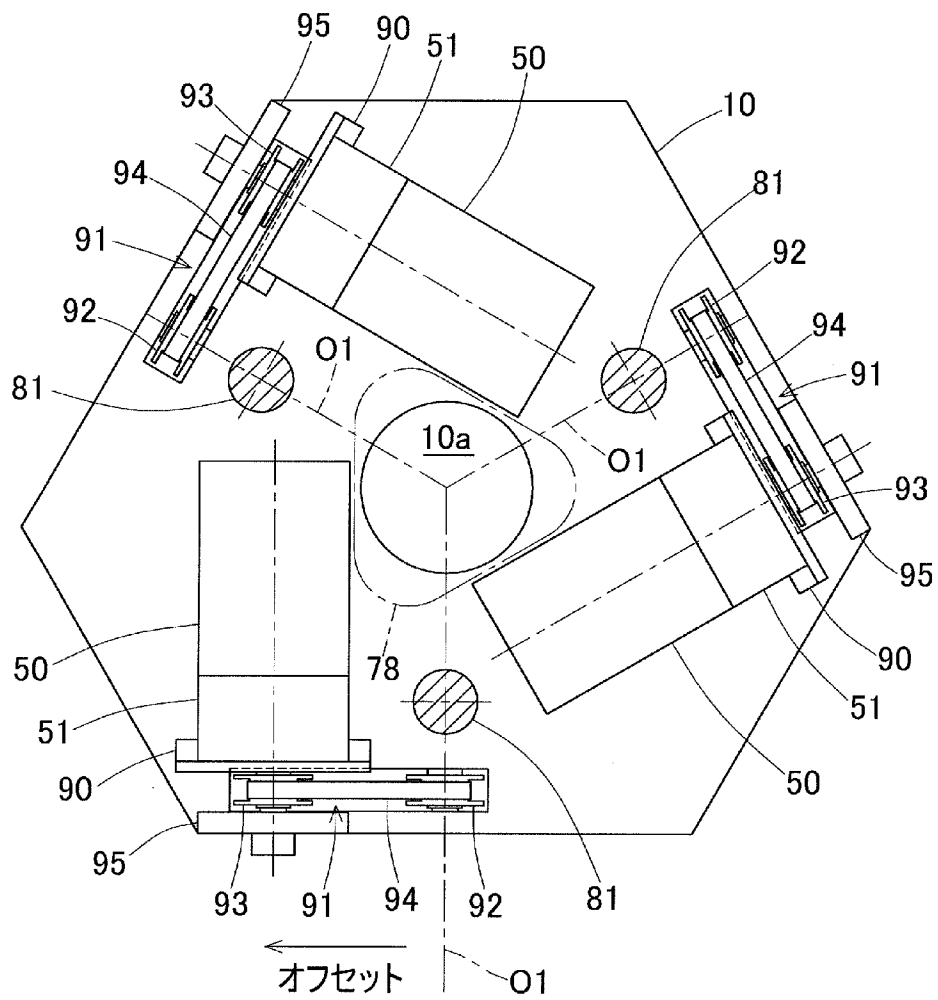
[図38]



[図39]



[図40]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/020548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16H21/46(2006.01) i, B25J11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16H21/46, B25J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-96547 A (NTN Corp.), 20 May 2013 (20.05.2013), & US 2014/0248965 A1 & WO 2013/065675 A1 & EP 2775169 A1 & CN 103906947 A	1-11
A	WO 2015/151898 A1 (NTN Corp.), 08 October 2015 (08.10.2015), & US 2017/0014994 A1 & JP 2015-194207 A & EP 3128206 A1 & CN 106133395 A	1-11
A	JP 2001-520941 A (Ross-Hime Designs, Inc.), 06 November 2001 (06.11.2001), & US 5893296 A & WO 99/21070 A1 & EP 1023653 A1	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 07 August 2017 (07.08.17)	Date of mailing of the international search report 22 August 2017 (22.08.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16H21/46(2006.01)i, B25J11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16H21/46, B25J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-96547 A (NTN株式会社) 2013.05.20, & US 2014/0248965 A1 & WO 2013/065675 A1 & EP 2775169 A1 & CN 103906947 A	1-11
A	WO 2015/151898 A1 (NTN株式会社) 2015.10.08, & US 2017/0014994 A1 & JP 2015-194207 A & EP 3128206 A1 & CN 106133395 A	1-11
A	JP 2001-520941 A (ロソーハイム デザインズ, インコーポレイテッド) 2001.11.06, & US 5893296 A & WO 99/21070 A1 & EP 1023653 A1	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.08.2017

国際調査報告の発送日

22.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村 聖子

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

3 J

9 4 2 5